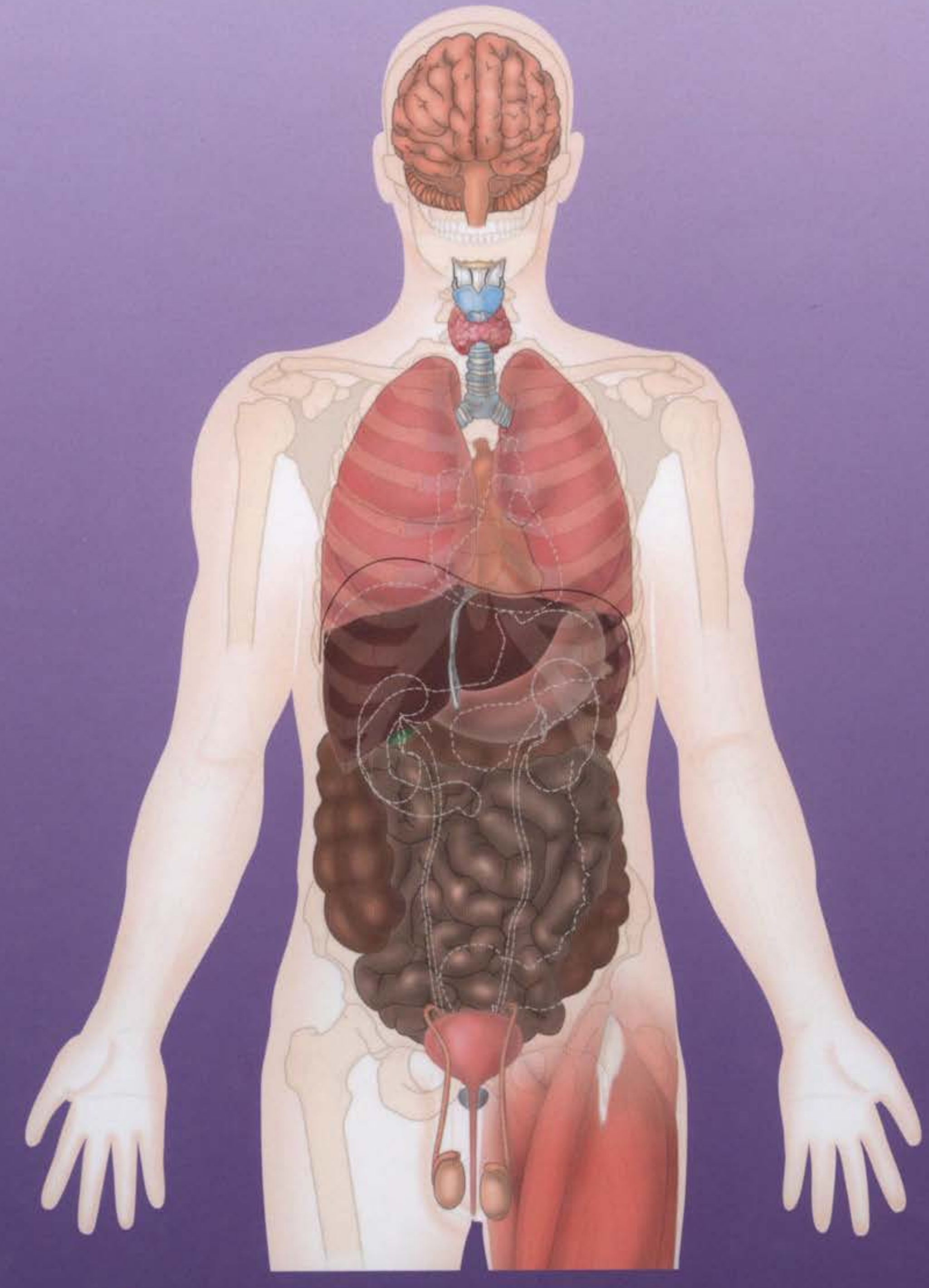
Физиология



Все, что вам требуется знать о том, как функционирует ваше тело

в том числе:

как фокусируется взгляд • как сворачивается кровь • роль сна • как работают нервные клетки

Под общей редакцией
Питера Абрахамса

Физиология

Физиология

Все, что вы должны знать о том, как работает ваше тело

Под общей редакцией

Профессора Питера Абрахамса



Москва

УДК 030
ББК5
А16

Physiology
Professor Peter Abrahams

Абрахамс Питер.
А16 **Физиология**/Пер. с англ. – М.: ЗАО «БММ», 2008. – 192 с.: ил.

Эта книга не только о том, из чего состоит, но и о том, как работает наше тело. На основе самых современных медицинских знаний изложены основы физиологии как отдельных систем, так и человеческого тела в целом.

ISBN–10: 978–1–905704–64–X (*англ.*)
ISBN–13: 978–1–905704–64–4 (*англ.*)
ISBN–10: 5–88353–304–3 (*рус.*)
ISBN–13: 978–5–88353–304–3 (*рус.*)

Переводчик ***А. П. Романов***
Редактор ***Н. В. Потатуев***
Выпускающий ***О. В. Кондратьева***
Корректоры ***Н. Н. Родионова, Н. С. Седова***
Оператор компьютерной верстки ***Е. С. Фомина***

Общероссийский классификатор продукции
ОК-005–93, том 2; 95 300 – книги, брошюры

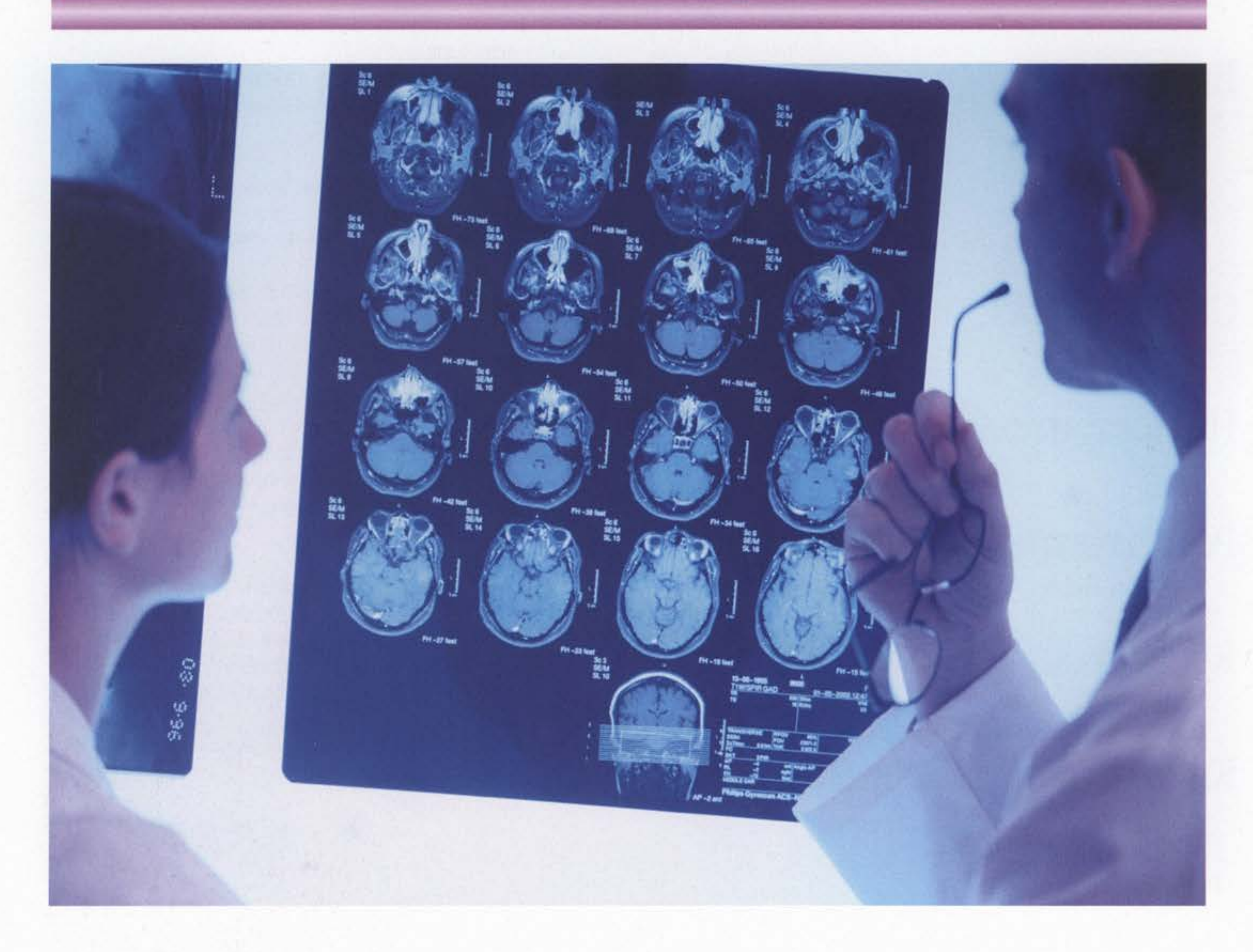
Подписано в печать 20.12.2007 г.
Тираж 3000 экз.
Печать офсетная.
Гарнитура «GaramondNarrowLightITCC».

ЗАО «БММ»: Москва, 1-й Рижский пер., д. 2, стр. 1, 9.

Отпечатано в Словакии.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение



Врачи сравнивают варианты сканирования мозга, сделанного под четырьмя различными углами

На протяжении всей своей истории человечество пытается точно понять, как функционируют наши тела, и использовать эти знания в создании арсенала средств для борьбы с различными болезнями и продления человеческой жизни.

Развивающаяся по спирали история физиологии – науки о том, как функционирует тело человека в здоровом состоянии – ознаменована сериями ложных теорий и неожиданных блестящих открытий. Эта наука занимала многие величайшие умы, порождая при этом одновременно различные «псевдонауки» и знахарства. В конечном итоге знания о человеческом теле и о том, почему оно подвержено болезням, привели к современным научным разработкам сложных методов лечения и лекарственных средств для борьбы с болезнями, считавшимися в свое время неизлечимыми.

ДРЕВНЯЯ МЕДИЦИНА

Первыми документальными свидетельствами использования медицины в Европе являются пещерные рисунки, изображающие растения в качестве простейших исцеляющих средств.

В Древнем Египте сохранились папирусы, на которых подробно записаны наблюдения, сделанные в ходе бальзамирования мертвых тел.

А один из самых известных врачей древности Гиппократ, родившийся в 460 г. до н. э. в Греции, также подчеркивал важность клинических наблюдений и записи симптомов и методов лечения.

Некоторые из этих методов лечения опередили свое время, они основывались на знаниях, отнюдь не отличавшихся точностью.

В Древней Греции считалось, что человеческое тело содержит четыре «жидкости» – слизь, кровь, красная желчь и желтая желчь, – а любая болезнь есть результат возникающего между ними дисбаланса.

Эта теория преобладала вплоть до Средних веков, времени стагнации, когда церковь, обладавшая огромным влиянием, учила, что болезни – это наказание Божье за людские грехи. Мало кто отваживался спорить с могущественной церковью, и в результате медицинская практика превратилась в какую-то несочетаемую смесь предрассудков и мирских заблуждений.

ПРОСВЕЩЕНИЕ

Ренессанс стал свидетелем поворота к более просвещенному подходу, приведшему к периоду медицинских исследований.

Леонардо да Винчи тщательно описывал процессы препарирования трупов. Другие первопроходцы, такие как Андреас Везалий и Уильям Гарвей, научными исследованиями бросили вызов укоренившимся в то время мнениям в области медицины. Везалий определил различия в анатомии животных и человека, а Гарвей сделал основополагающее открытие, установив, каким образом сердце перекачивает кровь по телу.

Однако значительный скачок в понимании физиологии человека, при отсутствии эффективных лекарственных средств, не оказал серьезного положительного влияния на общее состояние здоровья населения.

Начиная с XVIII в. достижения в области химии и создания лабораторного оборудования привели к появлению новой науки – бактериологии.

Луи Пастер и Роберт Кох окончательно подтвердили бактериологическую теорию, связывающую микроорганизмы с болезнями, итогом чего стало создание Пастером антирабической вакцины и вакцины против сибирской язвы.

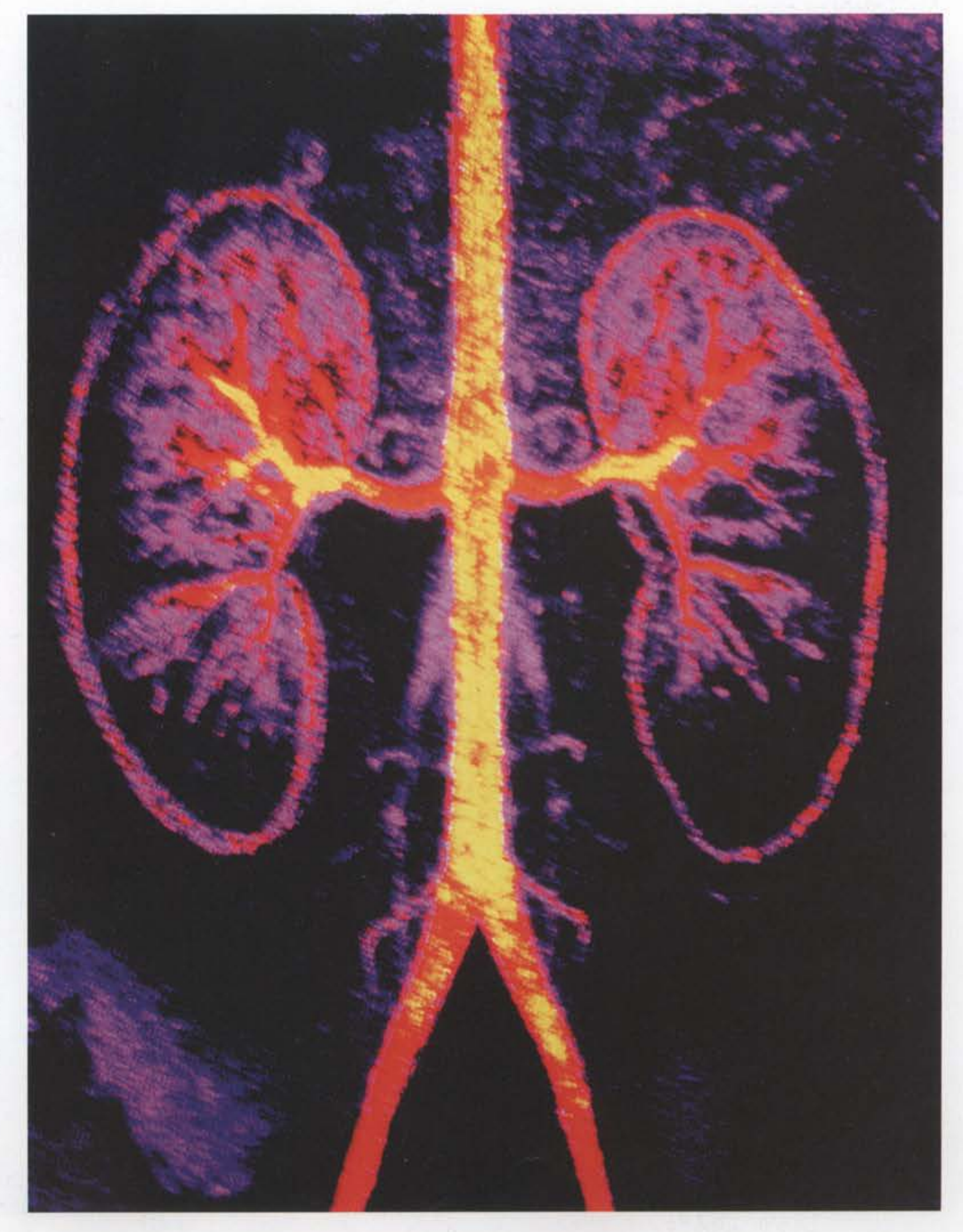
Другие фундаментальные открытия имели более продолжительный эффект. В 1842 г. Кроуфорд Лонг провел первую хирургическую операцию с применением анестезии; в 1867 г. Джозеф Листер доказал преимущества использования в больницах антисептических средств, что привело к снижению уровня смертности. Вильгельм Рентген в 1896 г. изобрел свой аппарат, а в 1901 г. Карл Ландштейнер определил группы человеческой крови. Это были от-крытия монументальной важности, которые легли в основу диагностики и хирургии XX в.

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

XX в. был ознаменован основанной на фактах медициной, в которой для ответов на клинические вопросы используются научные методы. Достижения в области науки и техники про-двинулись настолько, что впервые в истории сочетание практических знаний и теории породило невиданное число открытий во всех областях медицины.

В 1928 г. бактериолог Александр Флеминг сделал одно из самых значительных открытий XX в., когда «случайно» получил пенициллин из плесени, образовавшей вокруг себя зону, свободную от бактерий. Открытие Флеминга ознаменовало собой начало революции в области создания антибиотиков. Дальнейшие достижения в области фармакологии означали, что создание вакцин позволило искоренить в развитых странах такие детские заболевания, как полиомиелит, корь и краснуха. Сегодняшняя фармакология – это развитая индустрия, постоянно создающая новые лекарства.

Сложные технологии и приборы для всевозможных исследований позволили ученым совсем по-новому увидеть человеческое тело.



Это ангиограмма человеческих почек, очерченных пурпурным цветом. Оранжевая область – мочеточник, через который моча поступает в мочевой пузырь

Выдающиеся достижения в рентгенологии, так же как и разнообразные способы визуализации, такие как ультразвуковое сканирование, магнитно-резонансное изображение, компьютерная томография, ангиография и эндоскопия, произвели революцию в области диагностики, снабдив врачей необычайно детальными изображениями внутренних органов и облегчив при этом раннюю диагностику и выбор лекарственных средств.

МОЩНЫЕ ПРИБОРЫ

Так же хорошо, как и вышеперечисленные сканирующие устройства, мощные электронные микроскопы позволяют современным ученым видеть внутренние органы в мельчайших деталях. Фундаментальные исследования, средства диагностики и широкое использование электронных микроскопов являются неотъемлемой частью современной практической медицины, они повсеместно применяются для биопсии и исследования микроорганизмов и клеток.

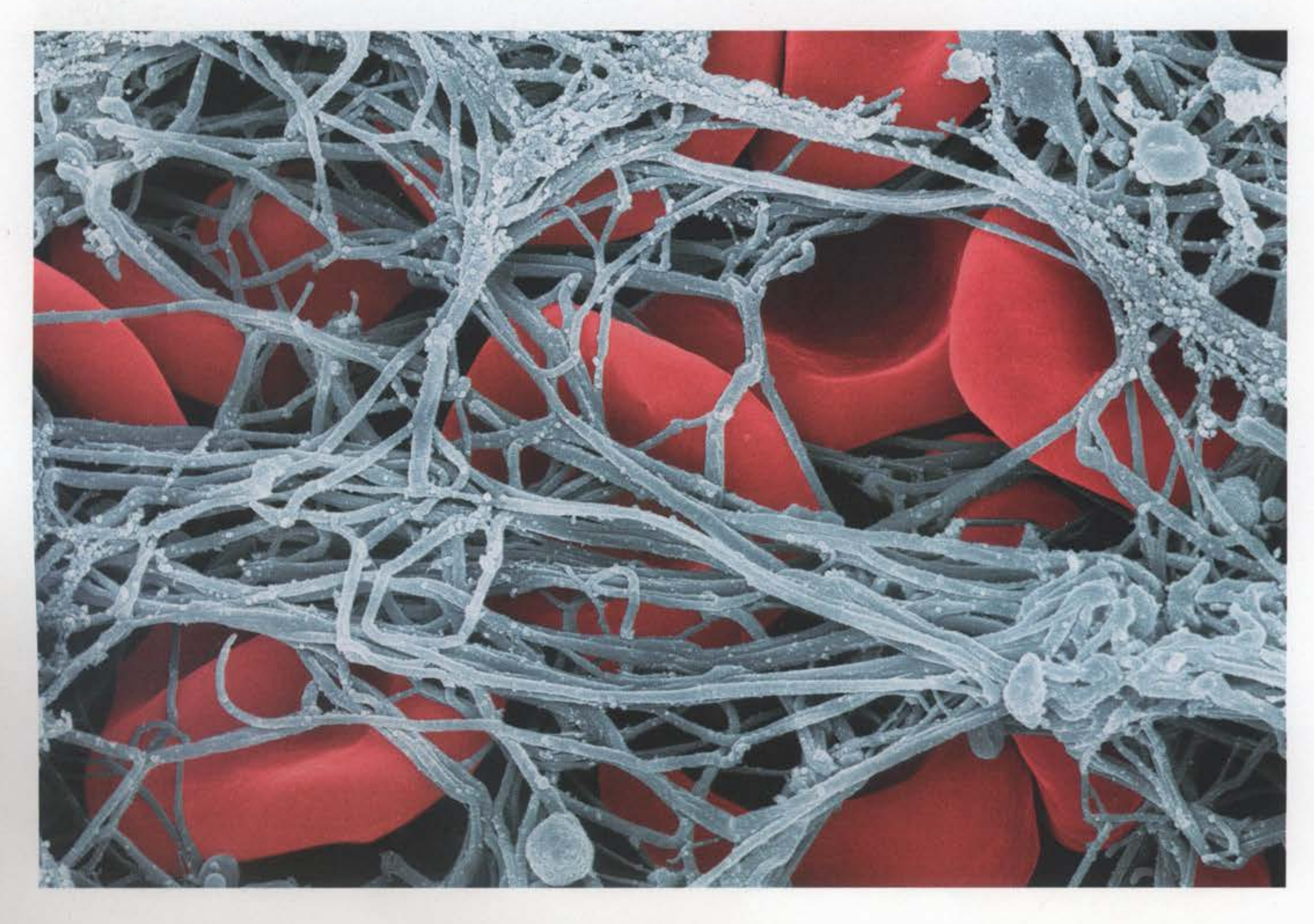
Хирургические операции стали необычайно сложными, сегодня выполняются такие операции, которые 50 лет назад и представить было невозможно. В 1967 г. Кристиан Бернард выполнил первую успешную операцию по пересадке сердца, и за этим последовала целая серия прорывов в области трансплантации органов. Микрохирургия изменила ход проведения многих операций, значительно снизила сроки восстановления пациентов после операции, позволила выполнять операции на мельчайших участках тканей. Одним из самых удивительных прогнозов является возможность использования микрохирургии при выполнении сложных операций еще не родившимся младенцам. Некоторые серьезные болезни остаются проблемой для медицинской науки. Ученым еще не удалось создать надежные лекарства для лечения сердечно-сосудистых заболеваний и рака – двух основных смертельных болезней в развитом мире, – хотя усилия в этом направлении не ослабевают.

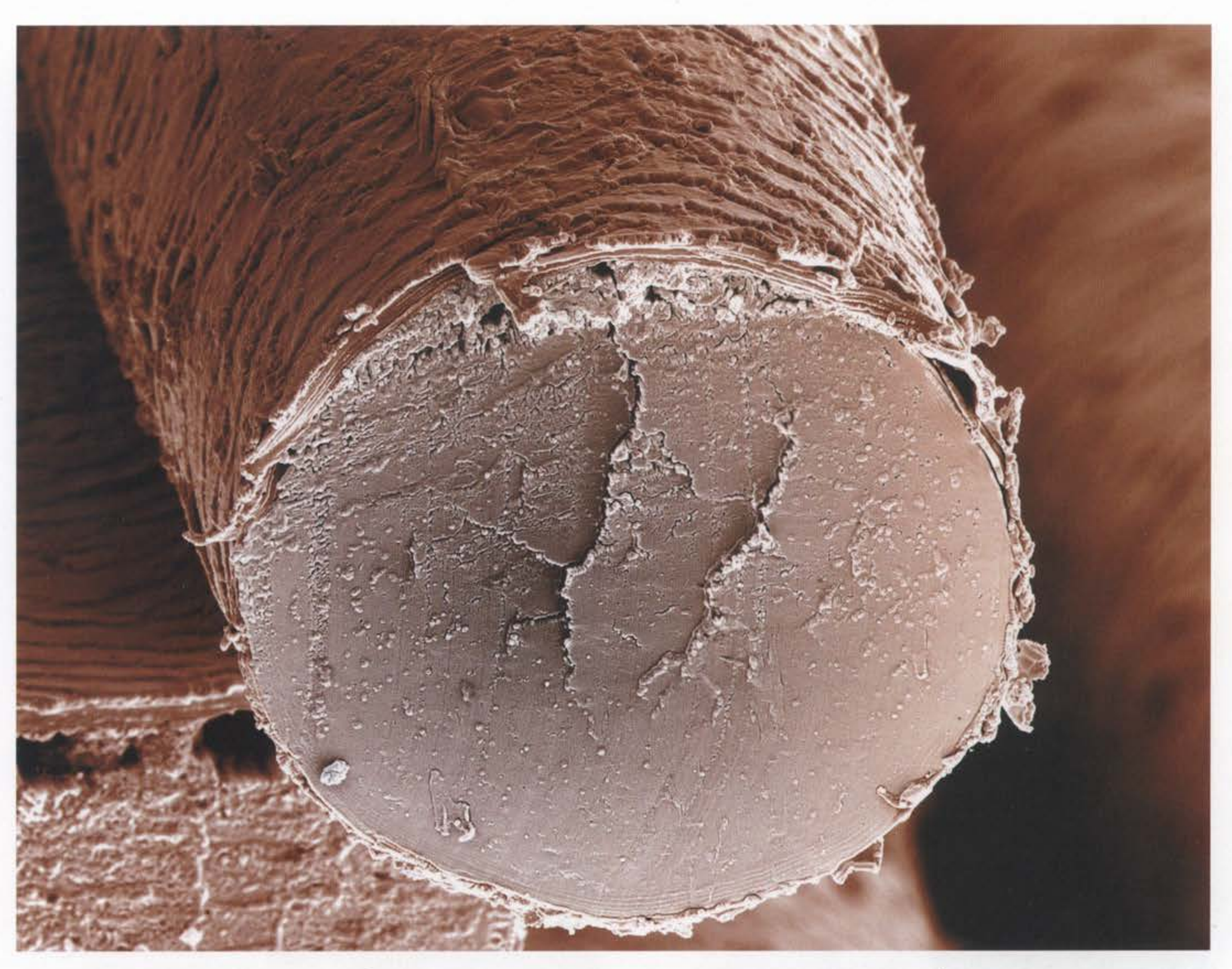
Новые «умные» лекарства позволяют с большой точностью атаковать раковые клетки и избегать при этом разрушения окружающих здоровых тканей, а также использовать более мощные дозы с меньшими нежелательными побочными эффектами, традиционно связанными с химиотерапией.

Аналогичным образом улучшена и рентгенотерапия, теперь лучи более точно концентрируются на раковых клетках. Одним из наиболее ярких достижений в этой области является определение связи между вирусами и раковой опухолью и, как следствие, создание вакцины для лечения рака шейки матки. Прогнозируется установление связей между вирусами и многими другими видами раковых опухолей, а значит, создание новых защитных вакцин.

Хороших результатов достигли ученые и в области борьбы с сердечно-сосудистыми заболеваниями. Последние высокотехнологичные способы визуализации для наблюдения за кровеносными тельцами и появление роботизированной хирургии для выполнения операций шунтирования обещают в будущем значительно повысить уровень выживаемости.

Микроскопическое изображение кровяного сгустка. Здесь видно, как фибрин окружает захваченные красные кровяные клетки, или эритроциты





Разрез азиатского волоса демонстрирует его чешуйки и овальную форму. С помощью анализа волос можно идентифицировать различные расовые группы

НОВЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

Два самых выдающихся и наиболее обсуждаемых от-крытия в мире медицины – это генная инженерия и исследования стволовых клеток. Обе эти области предлагают невероятные возможности для борьбы с болезнями. В 1953 г. Джеймс Уотсон и Фрэнсис Крик определили структуру человеческой ДНК, что привело к разработке в 1990 г. проекта исследования человеческого генома, и в результате этого международного проекта в человеческой ДНК было обнаружено 25 тыс. генов. Работы завершились в 2003 г., и теперь ученые могут рассматривать возможность замены «больных» генов здоровыми, использование генной инженерии в изменении генома, потенциальных носителей болезней. Поскольку индивидуальный набор ДНК уникален, анализы ДНК, или генетические «отпечатки пальцев», используются также в медицине для выбора потенциальных доноров и установления отцовства. В исследованиях стволовых клеток используются так называемые «пустые» клетки эмбрионов на ранней стадии развития, они культивируются в особых структурах, таких как нервы, и используются для замены пораженных тканей. Это дает надежду на излечение болезни Паркинсона, а также открывает почти чудотворную возможность лечения таких болезней, как травмы спинного мозга, путем замены поврежденных тканей новыми, здоровыми.

Несмотря на вполне понятный оптимизм, обе эти области противоречивы, и их исследование связано с этическими и практическими проблемами; предстоит преодолеть множество препятствий, прежде чем они станут стандартной медицинской практикой.

На фоне всех этих научных достижений продолжают возникать новые медицинские проблемы. Растущее число тучных людей, страдающих ожирением, грозит неутешительными прогнозами увеличения заболеваний среди молодежи, а неправильное применение антибиотиков чревато появлением массы бактерий, устойчивых к воздействию антибиотиков.

ОБ ЭТОЙ КНИГЕ

«Физиология» предлагает читателю углубленный взгляд на то, как функционирует наше тело. Но книга не только иллюстрирует работу организма, но и отвечает на такие интригующие вопросы, как, например: какая связь между запахом и памятью, каким образом мы испытываем эмоции и как наше тело реагирует на стрессы? Разбитая на тематические разделы, книга охватывает основные системы человеческого тела и предлагает читателю необычайно увлекательное путешествие, где его ждет множество открытий.

Как формируются кости

Кости – это живая ткань, они постоянно находятся в состоянии обновления. Кости образуют основу скелета, они отвечают за движения и содержат костный мозг и жизненно важные минералы.

Кости – жесткие ткани тела, составляющие основу человеческого организма. Ткани эти живые, они постоянно обновляются и формируются в процессе роста и резорбции.

КОСТНАЯ ТКАНЬ

Кость состоит из обызвествленной ткани, в которой заключены костные клетки. Костная ткань состоит из гибких коллагеновых волокон, содержащих кристаллы гидроксиапатита (кальциевая соль), и содержит три основных типа костных клеток:

- Остеобласты – клетки, отвечающие за формирование кости.
- Остеокласты – клетки, разрушающие костную ткань.
- Остеоциты – полностью сформировавшиеся клетки.

Формирующие и разрушающие костные клетки обеспечивают постоянный круговорот костной ткани на протяжении жизни.

СКЕЛЕТНАЯ ОПОРА

Сочлененные вместе в суставах с помощью связок и приводимые в движение мышцами, кости, необходимы для движения.

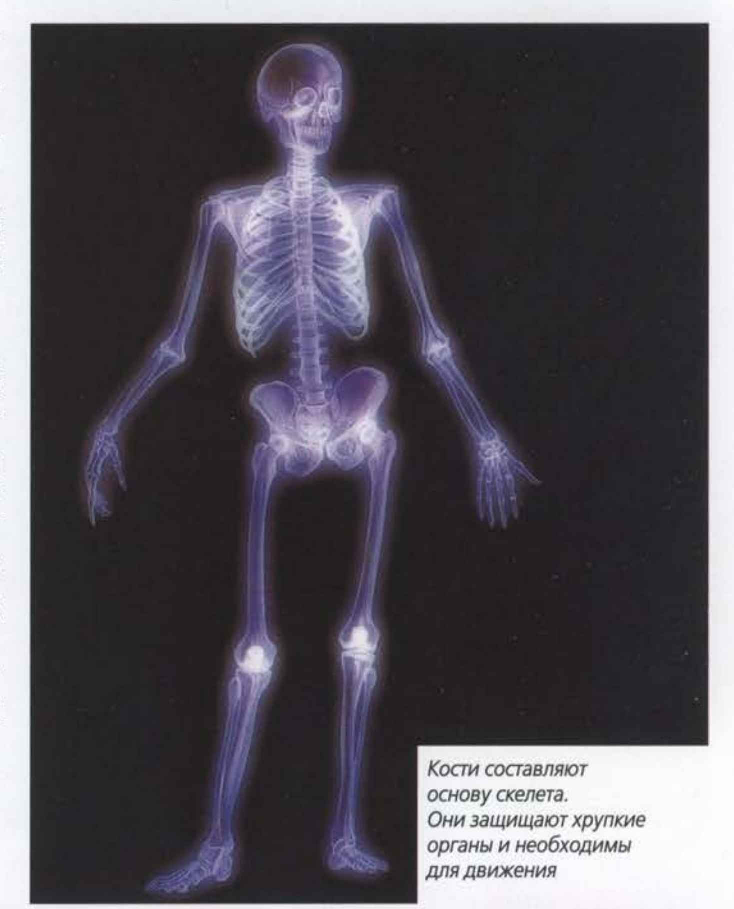
Сложная компоновка костей создает скелет, защищающий мягкие, хрупкие части тела, и обеспечивает гибкость в движении.

В костях содержится костный мозг – мягкая жировая субстанция, вырабатывающая большинство кровяных клеток тела.

Кости также выполняют роль хранилища кальция и фосфора, необходимых для многих процессов, происходящих в теле.

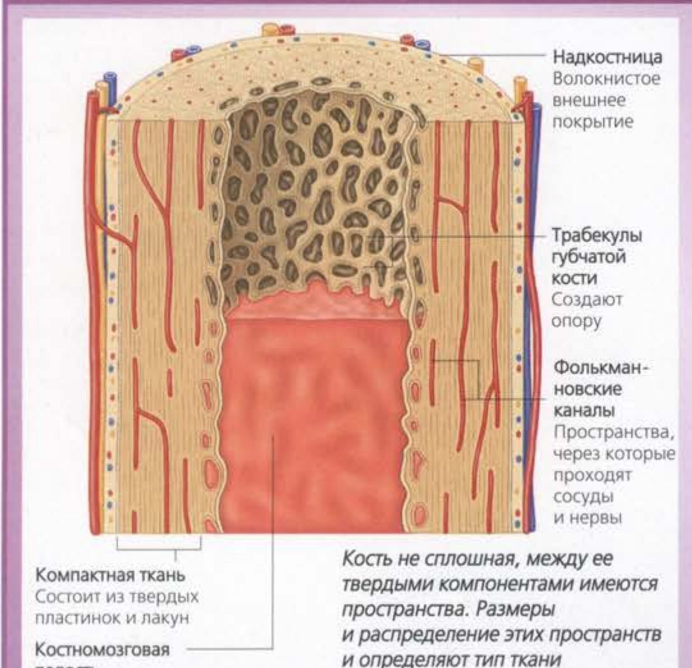


Остеобласты являются формирующими кости клетками. На этой микрофотографии показаны остеобласты (овалы неправильной формы)



Кости составляют основу скелета. Они защищают хрупкие органы и необходимы для движения

Структура костной ткани



Кость не сплошная, между ее твердыми компонентами имеются пространства. Размеры и распределение этих пространств и определяют тип ткани

Костная ткань в основном подразделяется на компактную и губчатую.

Компактная ткань

Компактная ткань образует внешнее покрытие всех костей, она наиболее толстая в местах максимальных нагрузок. Внутри у нее имеются каналы и проходы, в них размещаются нервы, кровеносные и лимфатические сосуды, проходящие через каждую кость.

Структурными единицами компактной ткани являются удлиненные цилиндры, располагающиеся параллельно горизонтальной оси кости (остеоны). Они состоят из группы полых трубочек и пластинок, расположенных концентрически.

Пластинки размещаются таким образом, что коллагеновые волокна в соседних идут в противоположных направлениях; такое расположение увеличивает сопротивляемость кости скручиванию. Каждый остеон питают кровеносные сосуды и нервные волокна, проходящие через его центр, известный как гаверсов канал.

Фолькмановские каналы соединяют кровеносные сосуды и нервы надкостницы с кровеносными сосудами и нервами центральных каналов и костномозговой полости.

Взрослые костные клетки (остеоциты) располагаются в маленьких полостях (лакунах) между каждой пластинкой.

Губчатая ткань

Губчатая ткань составляет внутреннюю часть большинства костей, она гораздо легче и менее плотная, чем компактная ткань. Разгадка этого кроется в том, что в ней имеются полости, заполненные костным мозгом. Губчатую кость укрепляет перекрестная сеть костных перекладин – трабекул.

Формирование кости

Формирование кости начинается в эмбрионе и продолжается в течение первых двадцати лет жизни. Развитие осуществляется из нескольких центров окостенения, и когда они полностью окостенеют, дальнейшего удлинения не происходит.

Скелет состоит из множества различных костей, от плоских костей, присутствующих в черепе, до длинных трубчатых костей в конечностях.
Каждая кость предназначена для различных функций.

ДЛИННЫЕ ТРУБЧАТЫЕ КОСТИ

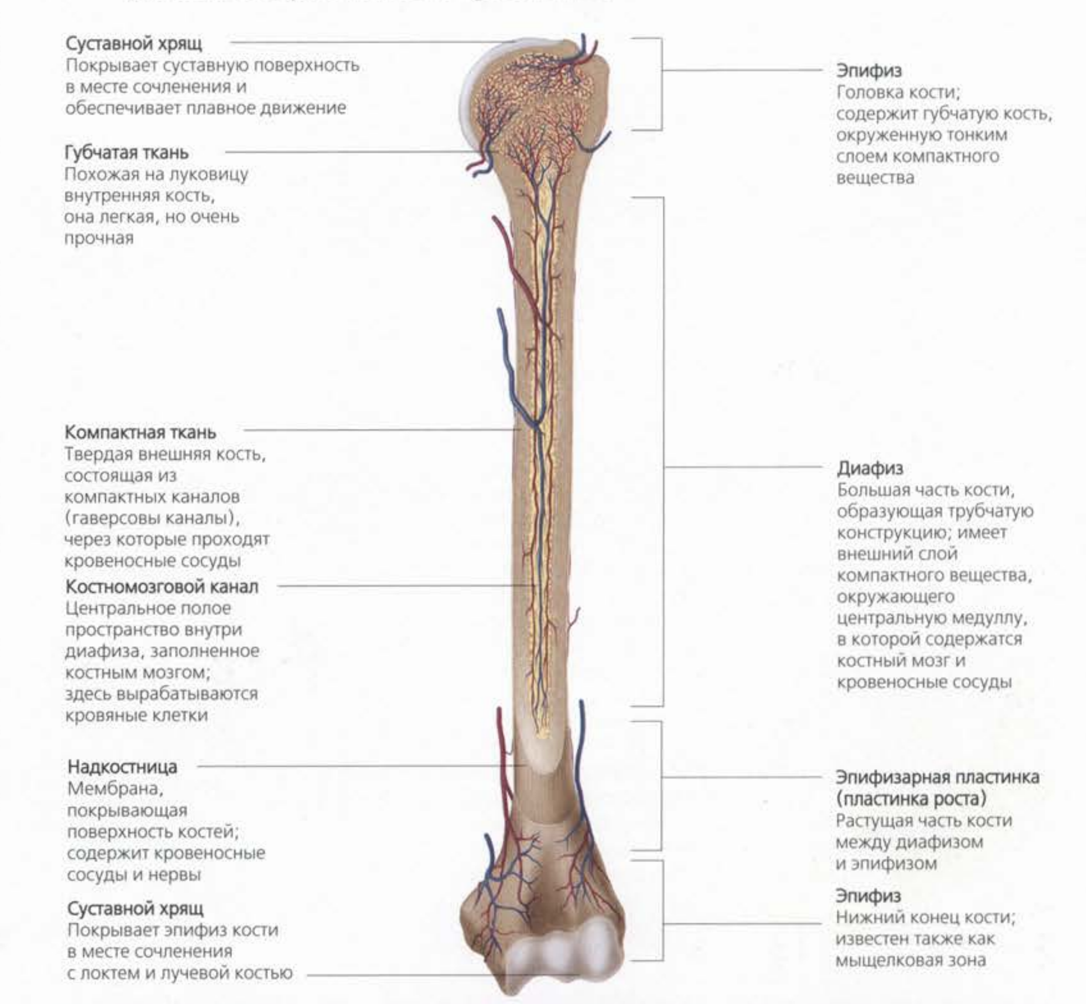
Самыми длинными костями тела являются кости верхних и нижних конечностей. Каждая длинная кость состоит из трех основных компонентов:

- Диафиз – трубчатое тело, состоящее из компактного вещества.
- Эпифиз – конец каждой кости; место сочленения костей.
- Эпифизарная пластинка (пластинка роста) – состоит из губчатой кости и площадки удлинения кости.

НАДКОСТНИЦА

Вся кость покрыта двухслойной надкостницей.

Ее внешний слой состоит из волокнистой соединительной ткани. Внутренний слой надкостницы содержит остеобласты и остеокласты – клетки, отвечающие за постоянное обновление кости.



Плечевая кость, типичная «длинная кость», находится в плече. Кость разделена на диафиз (тело) и эпифизы (головки) в каждом конце

Развитие костей

Длинная кость новорожденного

Эпифиз (конец кости)
Пластинка роста
Кровеносный сосуд
Диафиз (стержень)
Костно-мозговая полость

У новорожденного младенца стержень в основном костистый, тогда как концы кости состоят из хряща. У ребенка новая кость формируется из вторичных центров окостенения на концах кости

Длинная кость ребенка



Развитие скелета начинается в эмбрионе и продолжается в течение двух десятилетий. Это комплексный процесс, протекающий под генетическим контролем и регулируемый эндокринными, физическими и биологическими процессами.

Шаблон скелета формируется в эмбрионе из простейшей зародышевой ткани. По мере развития эмбриона эта ткань приобретает узнаваемый вид хряща, и начинают просматриваться индивидуальные «кости».

ОКОСТЕНЕНИЕ

Окостенение происходит как непосредственно вокруг первых костеобразующих клеток плода, так и в результате замены хрящевой модели костями.

Формирование компактной ткани начинается в местах костных первичных центров окостенения. Остеобласты, находящиеся в хряще, выделяют студенистое вещество (остеоид), которое, затвердевая под воздействием минеральных солей, формирует кость. Хрящевые клетки отмирают, и их заменяют новые остеобласты.

Окостенение длинных костей продолжается до тех пор, пока на обоих концах не остаются лишь тонкие полоски хрящей. Эти хрящи (эпифизарные пластинки) являются местом роста вторичной кости вплоть до конца подросткового возраста.

Последовательность формирования центров окостенения происходит по описанной выше схеме, что позволяет определять возраст скелетов по степени окостенения.

СФОРМИРОВАВШАЯСЯ КОСТЬ

Когда кость достигает полной длины, происходит окостенение стержня, пластинки роста и эпифизов. Они сращиваются и образуют однородную кость. После этого удлинения кости уже не происходит.

Как кости лечат себя

Хотя кости перестают расти в позднем юношеском возрасте, тем не менее кость – это очень динамичная ткань. В костях непрерывно происходят процессы резорбции и регенерации, и их структура постоянно меняется.

Самая удивительная характеристика костей – их способность видоизменять себя. Этот процесс, известный как коррекция, возникает во время роста и продолжается на протяжении жизни.

КОРРЕКЦИЯ КОСТЕЙ

Во время формирования кость приобретает случайную форму в результате окостенения. Постоянно происходит коррекция, придающая костям правильную форму, чтобы они могли выдерживать механические воздействия. Старую костную ткань замещают остеокласты (клетки, разрушающие костную ткань) и остеобласты (клетки, формирующие костную ткань), создающие новую костную ткань.

РЕЗОРБЦИЯ КОСТИ

Остеокласты выделяют энзимы, разрушающие костную ткань, а также кислоты, преобразующие кальциевые соли в растворимую форму.

Остеокласты проявляют свою активность за зоной эпифизарного роста, что уменьшает расширенные концы до ширины удлиняющегося стержня. Остеокласты действуют также и внутри кости, очищая длинные трубчатые пространства, чтобы в них мог размещаться костный мозг.

ГОРМОНАЛЬНАЯ РЕГУЛЯЦИЯ

В то время как остеокласты поглощают костную ткань, остеобласты вырабатывают новую ткань для поддержания скелетной структуры. Этот процесс регулируется гормонами, факторами роста и витамином D.

В детском возрасте формирование костной ткани преобладает над ее разрушением, в результате чего наблюдается постепенный рост костей. Но после формирования скелета в действие вступают два уравновешивающих друг друга процесса, и рост костей замедляется.

ДЛИННЫЕ КОСТИ

Коррекция важна для длинных костей конечностей. Эти кости в концах шире, что придает им дополнительную прочность в местах сочленений.

По мере того как остеокласты уничтожают старые эпифизарные валики, остеобласты внутри зоны роста создают новые эпифизы.

ТЕМПЫ КОРРЕКЦИИ

Коррекция кости – не равномерный процесс; в различных частях скелета он протекает разными темпами. Формирование костной ткани обычно происходит в тех местах, где кость подвергается наивысшему напряжению. Это означает, что кости, испытывающие наивысшее напряжение, в большей части подвергаются коррекции. В бедренной кости, например, эффективная замена костной ткани происходит каждые 5–6 месяцев.

А вот недогруженной кости, такой как кость ноги, неподвижной после травмы, требуется резорбция, так как разрушение костной ткани преобладает над ее формированием.

Остеобласты (оранжевый цвет) выделяют вещество (остеоид), которое затвердевает и превращается в костную ткань. Но при коррекции эту ткань могут разрушить остеокласты



Кость, подверженная повышенным нагрузкам, постоянно корректируется. В бедренной кости эффективная замена костной ткани происходит каждые полгода

Длинные кости в концах становятся шире, чем посередине

Баланс кальция

Коррекция костей не только изменяет их структуру, но также помогает регулировать уровень кальция в крови. Кальций необходим для нормальной иннервации, формирования клеточных мембран и улучшения свертываемости крови.

В костях содержится около 99% всего кальция, присутствующего в теле. Когда уровень кальция в крови опускается, паратиреоидный гормон стимулирует активность остеокластов, и кальций поступает в кровеносную систему. Когда уровень кальция в крови слишком высок, гормон кальцитонин приостанавливает высвобождение кальция из костей.

Регенерация кости

Если на кость воздействует сила, превышающая ее прочность, то кость ломается. Для лечения перелома требуется образование новой кости и ее коррекция.

Один из процессов, основанных на коррекции кости, это процесс регенерации, происходящий после перелома.

ПЕРЕЛОМЫ КОСТЕЙ

Переломы возникают, когда на кость воздействует сила, превышающая ее прочность.

Это может происходить в результате внезапного воздействия либо после многих лет постоянного воздействия напряжения на кость. Особенно кости подвержены переломам в пожилом возрасте, когда они менее эластичны и снижена плотность минералов. Регенерация кости проходит четыре основные стадии.

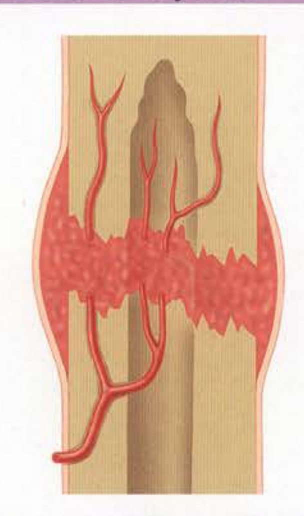


Гипс фиксирует конечность в неподвижном состоянии. При этом очень важно правильно совместить концы

Образование кровяного сгустка

1 Перелом кости вызывает разрыв кровеносных сосудов в месте перелома (главным образом в надкостнице).

Кровеносные сосуды кровоточат, и в месте перелома образуется кровяной сгусток, что приводит к появлению характерной опухоли, часто сопровождающей перелом кости. Очень скоро костные клетки, лишенные питания, начинают отмирать, и место перелома сильно болит.

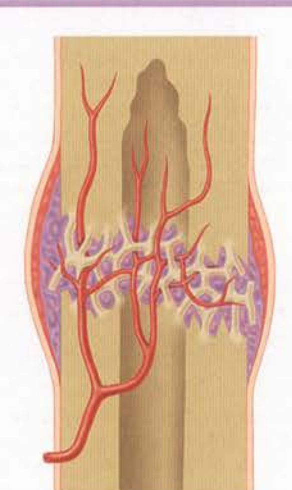


Кровеносные сосуды разрываются, в месте перелома образуется кровяной сгусток. Нервы, выстилающие надкостницу, повреждаются, что вызывает боль

Образование мягкой мозоли

2 Через несколько дней кровеносные сосуды и недифференцированные клетки проникают в зону перелома. Некоторые из них превращаются в фибробласты, образующие сеть из коллагеновых волокон между фрагментами кости. Другие превращаются в хондробласты, выделяющие хрящевую основу.

Эта зона регенерации ткани называется волокнисто-хрящевой (мягкой) мозолью.



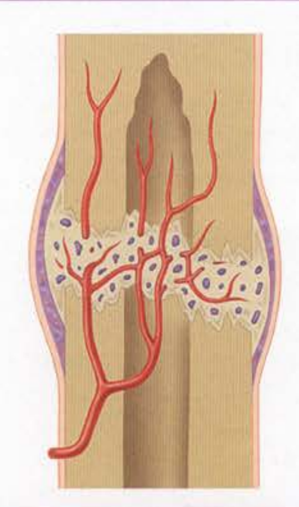
Кровеносные сосуды и клетки проникают в место перелома. Клетки создают волокнистую и хрящевую основу, образуя волокнисто-хрящевую мозоль

Образование костной мозоли

3 Остеобласты и остеокласты движутся в направлении поврежденной зоны и быстро размножаются в волокнисто-хрящевой мозоли.

Остеобласты внутри мозоли выделяют остеоид, превращая его в костную мозоль.

Костная мозоль состоит из двух частей: внешняя мозоль вокруг и снаружи места перелома и внутренняя мозоль между фрагментами сломанной кости.



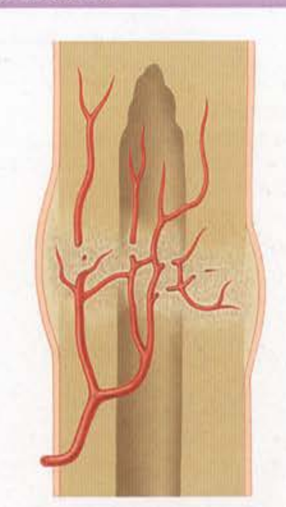
Остеобласты и остеокласты размножаются в мягкой мозоли. Остеобласты выделяют остеоид, который, затвердевая, образует костную мозоль

Коррекция кости

4 Формирование кости обычно завершается в течение четырех–шести недель после перелома.

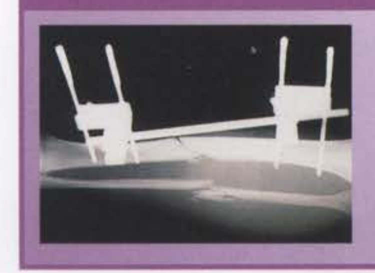
После формирования новой кости будет медленно проходить ее коррекция и образование компактной и губчатой ткани.

Для полного излечения может потребоваться до нескольких месяцев, в зависимости от характера перелома и специфической функции конечности.



После формирования новой кости остеокласты осуществляют ее коррекцию. Костная мозоль сглаживается, и кость вновь приобретает обычную структуру

Перелом кости



Последствия перелома могут быть настолько серьезными, что обычные процессы не помогают.

Если повреждения очень серьезные, кость может и не срастись. Тогда для фиксации кости используют ортопедические штифты

Среди таких примеров – раздробление костей, переломы с утратой фрагментов костей, когда между поврежденными концами образуется большой прогал.

В некоторых случаях необходимо фиксировать кости на месте с помощью ортопедических винтов, штифтов, пластинок или проволоки, чтобы активизировать механизм регенерации костей. Для облегчения процесса формирования костей отдельные фрагменты кости можно пересаживать из других частей скелета. В случаях очень тяжелых переломов может потребоваться ампутация.

Как сокращаются мышцы

Мышечная ткань составляет около половины всей массы тела, и она постоянно в работе – сочленяет скелет, обеспечивает сердцебиение, способствует прохождению пищи по кишкам.

Мышца – это ткань, способная сокращаться. Она разделяется на произвольную и непроизвольную мускулатуру. Сокращение произвольной, или скелетной, мышцы можно сознательно контролировать, эти мышцы обеспечивают движение.

НЕПРОИЗВОЛЬНАЯ МУСКУЛАТУРА

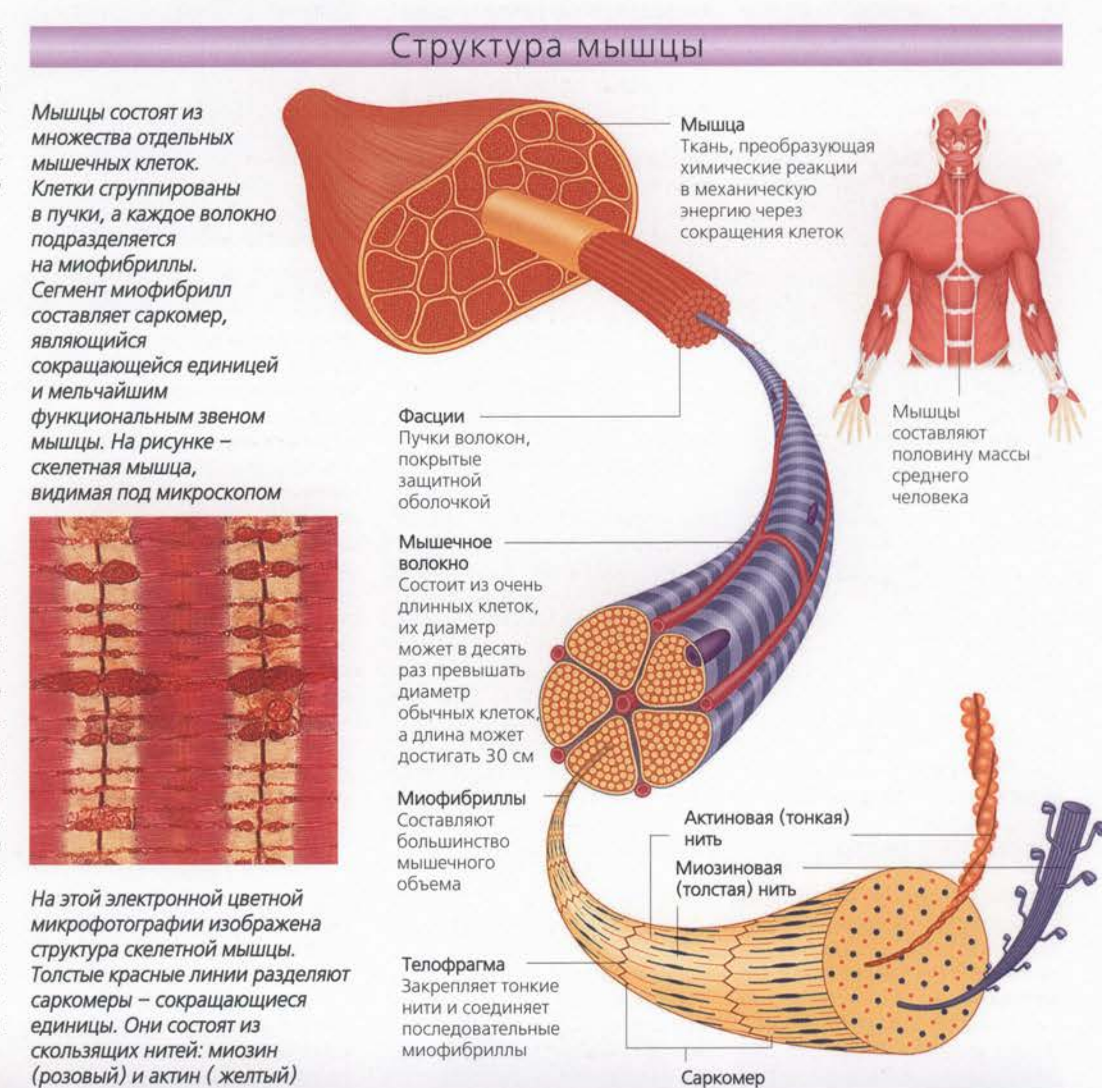
Непроизвольная мускулатура не находится под сознательным контролем мозга. Она автоматически контролируется особой частью нервной системы и находится вне скелетных частей тела. Сердце, например, бьется без сознательных усилий.

ПРОИЗВОЛЬНАЯ МУСКУЛАТУРА

Мышцы, обеспечивающие движение костей, известны как поперечно-полосатые мышцы благодаря полосам, которые видны под микроскопом. Такая мышца состоит из пучков плотно связанных волокон, и при этом каждое волокно состоит из одиночной, длинной, многоядерной клетки, простирающейся от одного конца мышцы до другого. Каждое волокно состоит из множества длинных и тонких нитей, известных как миофибриллы. Миофибриллы, в свою очередь, состоят из двух видов микроскопических, перехлестывающихся белковых нитей, состоящих из актина и миозина, что придает им вид ленты.

Структура мышцы

Мышцы состоят из множества отдельных мышечных клеток. Клетки сгруппированы в пучки, а каждое волокно подразделяется на миофибриллы. Сегмент миофибрилл составляет саркомер, являющийся сокращающейся единицей и мельчайшим функциональным звеном мышцы. На рисунке – скелетная мышца, видимая под микроскопом



На этой электронной цветной микрофотографии изображена структура скелетной мышцы. Толстые красные линии разделяют саркомеры – сокращающиеся единицы. Они состоят из скользящих нитей: миозин (розовый) и актин (желтый)

Сокращение мышцы

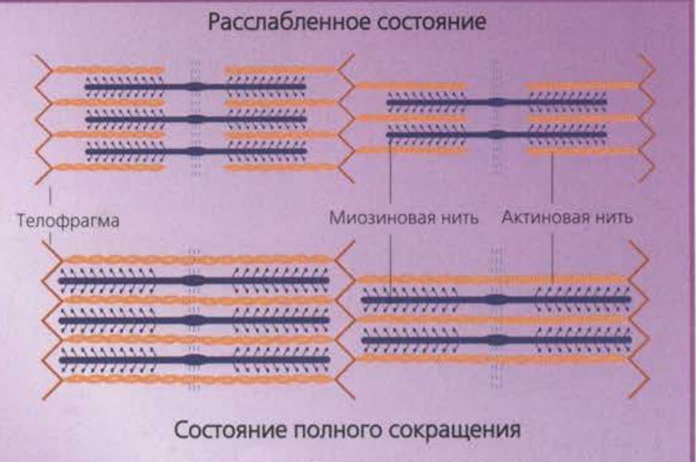
Мышца сокращается, когда ее стимулируют нервные импульсы, которые вызывают комплексные химические изменения, происходящие в мышечных волокнах. Каждая группа нитей находится в небольшой камере (саркомер), где тонкие актиновые нити прикреплены к каждому концу камеры. Толстые миозиновые нити лежат между актиновыми нитями в середине саркомера.

При поступлении энергии – обычно от гликогена («животного крахмала»), хранящегося в мышце, – образуются химические связи с актиновыми нитями, и эти связи неоднократно разрываются и снова восстанавливаются. Таким образом, миозиновые нити продвигаются вдоль актиновых нитей, в результате чего весь саркомер становится заметно короче и толще.

Когда стимулирование мышцы прекращается, прерываются и химические реакции. Связи между нитями больше не образуются, и мышца расслабляется.

Сокращение противоположных мышц растягивает нити и отдаляет их друг от друга, и это обусловлено действием химического вещества, которое называется ацетилхолин и выделяется нервными окончаниями в специальные рецепторные участки мышцы.

Пока ацетилхолин присутствует в этих участках, мышца остается в сокращенном состоянии.

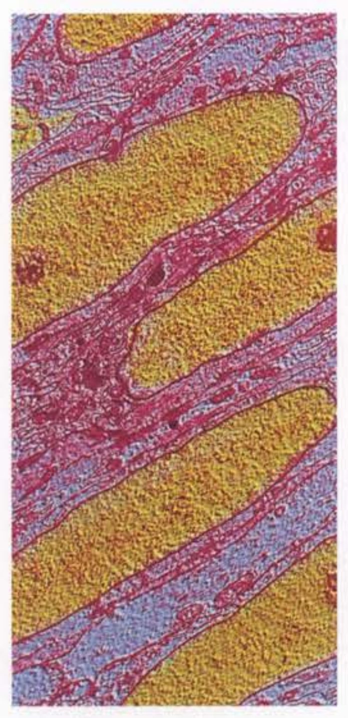


Сокращение достигается за счет того, что миозиновые волокна неоднократно разрывают и восстанавливают связи с актиновыми волокнами.

Работа непроизвольных мышц

В теле имеются два типа непроизвольной мускулатуры (мышцы, которые не находятся под сознательным контролем мозга). Гладкая мышца может фокусировать глаз и способствовать прохождению пищи по пищеварительному тракту; сердечная мышца обеспечивает биение сердца.

Гладкая мышца



На этой окрашенной микрофотографии изображены клетки гладкой мышцы, выстилающие внутреннюю стенку матки. Они отвечают за мышечные сокращения во время схваток и родов

И гладкая, и сердечная мышцы способны сокращаться непроизвольно, без сознательного контроля. Их контролируют нервные импульсы автономной (вегетативной) нервной системы.

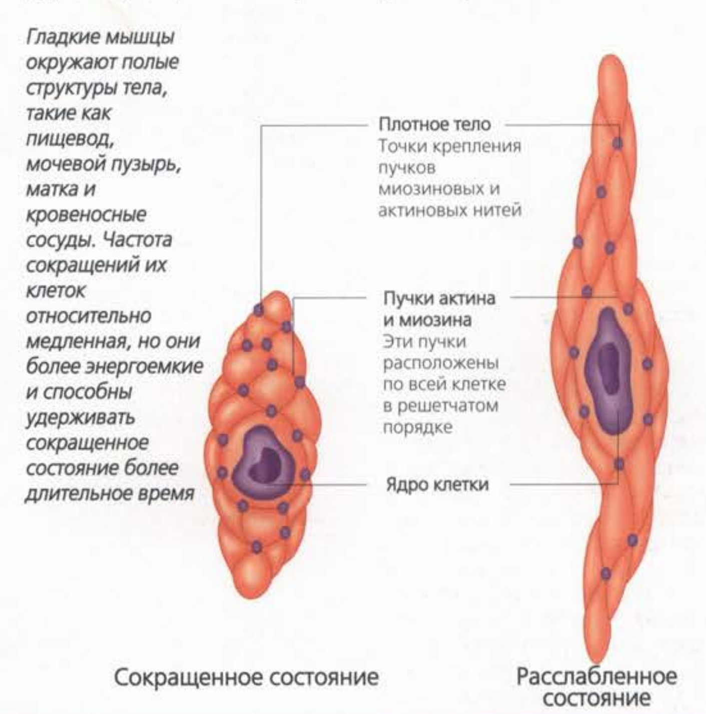
Гладкая мышца присутствует во многих частях тела, преимущественно в кишечнике, но также в легких, мочевом пузыре и половых органах. Она состоит из веретеновидных клеток, средняя длина которых составляет всего лишь малую часть миллиметра.

РАСПОЛОЖЕНИЕ КЛЕТОК

Клетки сужаются с обоих концов, имеют одно ядро и собраны в пучки, удерживаемые вместе веществом, выполняющим роль цемента. Эти пучки сгруппированы в более крупные пучки или сплющенные ленты, объединенные соединительной тканью. Компоновка этих клеток более свободная, чем компоновка в поперечнополосатой мышце, однако сокращение гладкой мышцы все же является результатом движения нитей, присутствующих в стенках клеток.

Сокращение гладкой мышцы чаще протекает медленнее, чем поперечнополосатой мышцы, и сокращение не обязательно происходит во всей мышце.

Типичное функционирование гладкой мышцы можно наблюдать в кишках, где мышечная полоска обычно сокращается в определенном отрезке длины, затем расслабляется, но при этом сокращается другой отрезок, и таким образом образуются волны сокращения по всей длине мышцы. Этот процесс волнообразного сокращения мышц называется перистальтикой, он помогает пище проходить по пищеварительному тракту в желудок и через кишки.



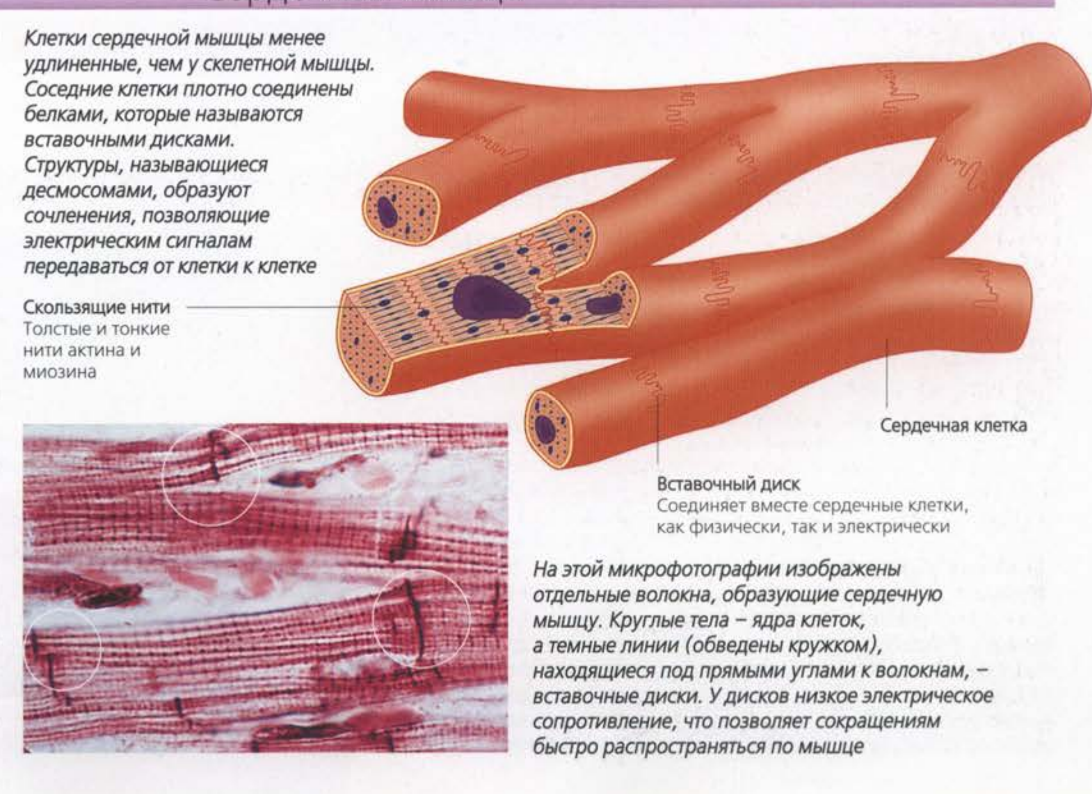
Гладкие мышцы окружают полые структуры тела, такие как пищевод, мочевой пузырь, матка и кровеносные сосуды. Частота сокращений их клеток относительно медленная, но они более энергоемкие и способны удерживать сокращенное состояние более длительное время

Сердечная мышца

Сердечная мышца присутствует только в сердце, и ее структура – нечто среднее между структурой поперечнополосатой и гладкой мышцы. Если смотреть в микроскоп, она выглядит, как поперечнополосатая мышца, но клетки, из которых она состоит, более короткие и более прямоугольной формы, чем волокна поперечнополосатой мышцы. Большинство клеток разделены на концах, а разделенные части образуют соединения с соседними клетками. Таким образом, создается эластичная сеть волокон, обладающих способностью действовать в унисон, и именно эта структура придает сердечной мышце упругость.

Сердечная мышца должна обладать необычайной выносливостью, чтобы выполнять свою функцию. В среднем в течение жизни сердце совершает свыше 2 млрд ударов и перекачивает 550 000 тонн крови. Чтобы сердце сокращалось ритмично и стабильно, сердцебиением управляют электрические импульсы.

Клетки сердечной мышцы менее удлиненные, чем у скелетной мышцы. Соседние клетки плотно соединены белками, которые называются вставочными дисками. Структуры, называющиеся десмосомами, образуют сочленения, позволяющие электрическим сигналам передаваться от клетки к клетке



На этой микрофотографии изображены отдельные волокна, образующие сердечную мышцу. Круглые тела – ядра клеток, а темные линии (обведены кружком), находящиеся под прямыми углами к волокнам, – вставочные диски. У дисков низкое электрическое сопротивление, что позволяет сокращениям быстро распространяться по мышце

Как работают рефлексы

Реакции, возникающие независимо от сознательного контроля, называются рефлексами. Они особенно важны, когда требуется быстрая непроизвольная реакция.

Центральная нервная система способна выполнять необычайно сложные задачи, и выполнение не всех из них требует сознательных действий. Действия, непроизвольные по своему характеру, называются рефлексами. Это запрограммированные и предсказуемые реакции на особые сенсорные раздражители.

СОМАТИЧЕСКИЕ РЕФЛЕКСЫ

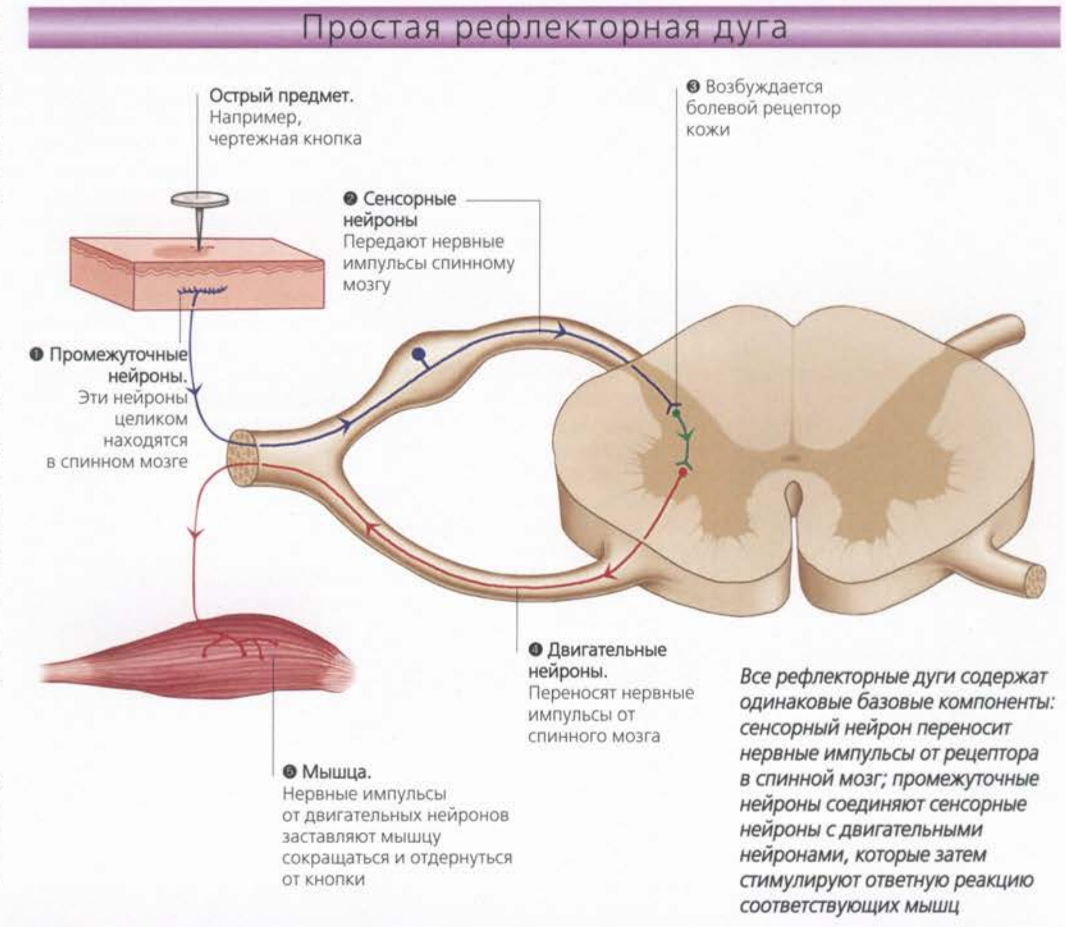
Соматические рефлексы проявляются в движении мышц или в выделении химических веществ из желез.

Например, если вы нечаянно дотронулись до горячей печи, болевые рецепторы ладони пошлют нервные импульсы нейронам спинного мозга. А нейроны, в свою очередь, свяжутся с соответствующими мышцами руки и дадут команду быстро отдернуть ладонь. И только после того, как ладонь будет отдернута, ваш мозг осознает, что произошло.

АВТОНОМНЫЕ РЕФЛЕКСЫ

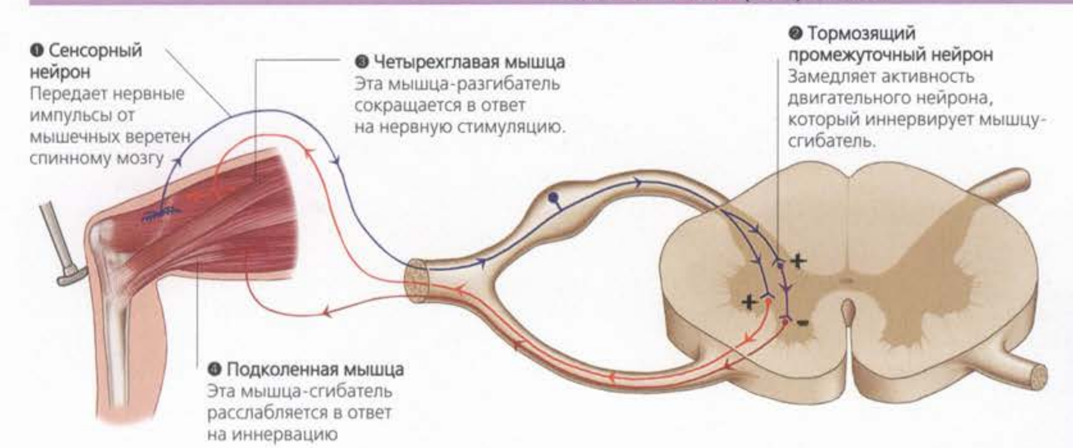
Мы не осознаем результаты всех рефлексов, действующих в нас. Например, барорецепторный рефлекс корректирует повышение артериального кровяного давлениянезависимо от нас.

Простая рефлекторная дуга



Все рефлекторные дуги содержат одинаковые базовые компоненты: сенсорный нейрон переносит нервные импульсы от рецептора в спинной мозг; промежуточные нейроны соединяют сенсорные нейроны с двигательными нейронами, которые затем стимулируют ответную реакцию соответствующих мышц

Коленный рефлекс



Коленный рефлекс проверяется врачами после получения пациентом травмы, чтобы определить, повреждена ли нижняя часть позвоночника

У детей примерно до одного года проявляется рефлекс Бабинского, если им потереть подошву стопы. По мере развития нервной системы этот рефлекс исчезает



Врачи-клиницисты используют «коленный рефлекс» для проверки целостности нижней части позвоночника. Пациента усаживают на высокий стул так, чтобы его ноги свисали свободно. Затем врач легонько ударяет по коленному сухожилию и смотрит на реакцию.

МЫШЕЧНОЕ ВЕРЕТЕНО

У здорового человека удар по сухожилию растягивает четырехглавую мышцу. Это растяжение улавливают структуры мышцы, которые называются мышечными веретенами. Они посылают нервные сигналы нейронам спинного мозга, который, в свою очередь, отправляет импульсы четырехглавой мышце, давая команду на сокращение (ликвидацию начального растяжения). В результате нога подпрыгивает вперед. Одновременно с этим движение мышцы-антагониста замедляется.

Сложные рефлексы

Хотя некоторые спинальные рефлексы, такие как коленный рефлекс, относительно просты и задействуют только несколько нервных клеток, спинной мозг способен выполнять и более сложные функции без обязательного привлечения головного мозга.

Если вы наступили на острый предмет, такой как кнопка, правой ступней, то сработает сложный рефлекс (перекрестный экстензорный рефлекс), чтобы отдернуть ступню и перенести вес тела на левую ногу.

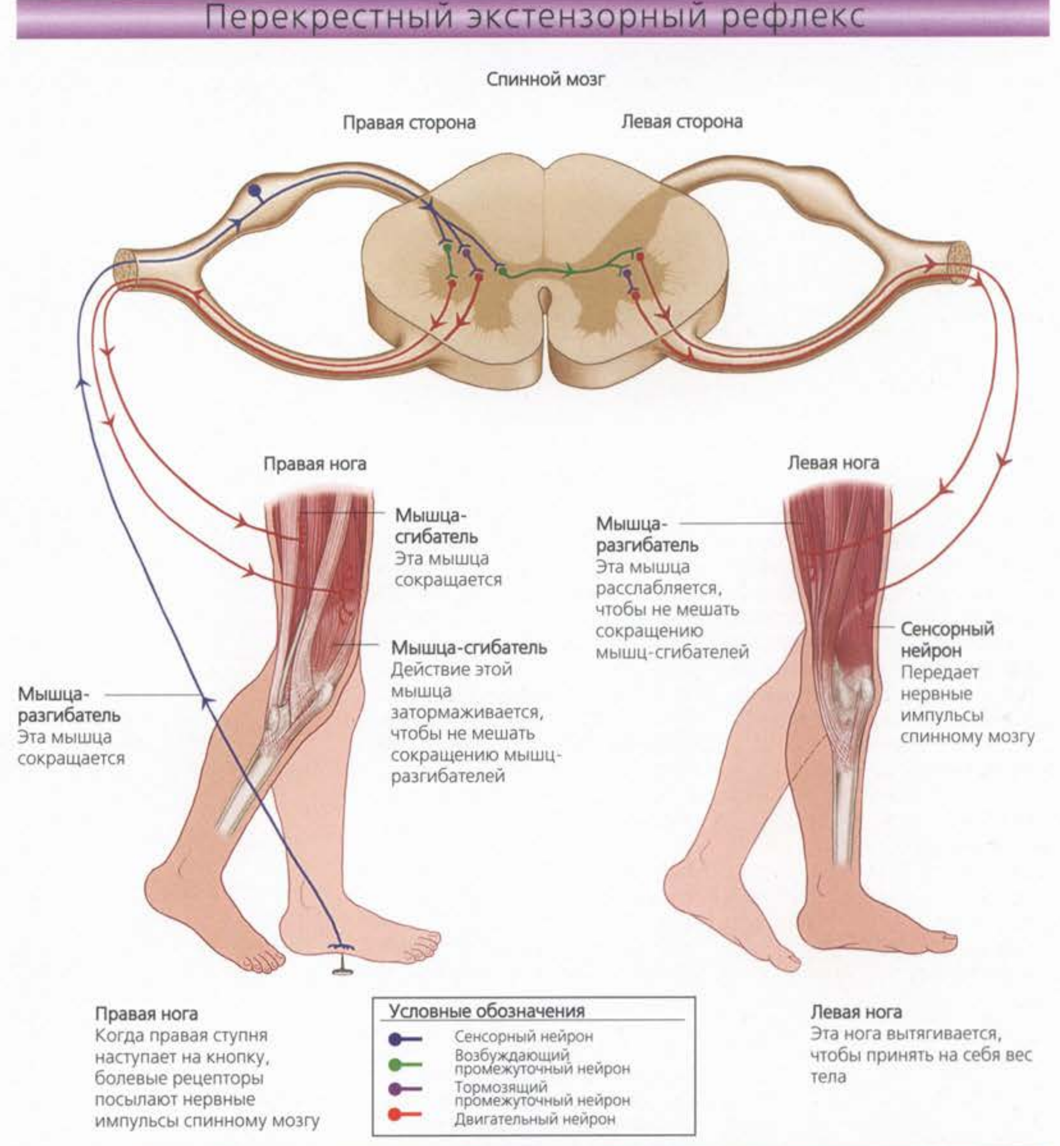
Сначала кнопка стимулирует болевые рецепторы кожи правой ступни, заставляя их посылать нервные импульсы через афферентные нервные волокна (от лат. *afferre* – нести вперед) в правую сторону спинного мозга. Нейроны в этой половине спинного мозга посылают нервные сигналы от спинного мозга через афферентные нервные волокна и дают команды мышцам-разгибателям расслабиться, а мышцам-сгибателям – сократиться.

ПЕРЕНОС ВЕСА

Это происходит, когда поврежденная нога отдергивается от кнопки. Но если вес тела не будет перенесен на другую ногу, то вы просто упадете.

Нейроны из правой стороны спинного мозга переходят в левую сторону и соприкасаются с двигательными нейронами, которые иннервируют мышцы левой ноги. Эти двигательные нейроны дают команду мышцам-разгибателям левой ноги на сокращение, а мышцам-сгибателям на расслабление, в результате чего нога вытягивается таким образом, что способна выдерживать вес тела.

Перекрестный экстензорный рефлекс



Когда голая ступня соприкасается с острым предметом, она быстро отдергивается, а вес тела переносится на другую ногу

Приобретенные рефлексы



Рефлексы, о которые речь шла выше, «зафиксированы» в нервной системе. Однако если дети рождаются с врожденной способностью учиться ходить, то мы прилагаем осознанные усилия, чтобы научиться водить автомобиль, ездить на велосипеде или играть на пианино.

Со временем новые движения могут стать столь же автоматическими, как и ходьба. Например: хотя вождение автомобиля для многих людей дело довольно сложное, через какое-то время их действия становятся автоматическими, и им больше не нужно осознавать и думать, что они делают.

Пианисты способны читать ноты, а затем нажимать нужные клавиши, не думая о том, что они делают. Это пример приобретенного рефлекса

Аналогично: машинисткам нет необходимости думать о расположении пальцев на клавиатуре, в результате чего многие из них могут печатать до 80 слов в минуту. Если допустить, что в среднем слово состоит из 6 букв, то получается, что самые быстрые машинистки нажимают на клавиши до 8 раз в секунду!

Считается, что в процессе обучения нейроны, участвующие в контроле за движениями, меняют вид соединения друг с другом. Главные связи между клетками укрепляются, а не участвующие в каждодневной работе мышц синапсы исчезают.

Как растут зубы

Зубы – самые крепкие и самые прочные органы тела. Они играют важную роль в пищеварительном процессе, раскусывая и разжевывая пищу на мелкие кусочки.

Зубы используются для того, чтобы раскусывать на мелкие кусочки и разжевывать пищу. Процесс разжевывания увеличивает поверхностную площадь пищи, подверженную воздействию пищеварительных ферментов, что ускоряет процесс пищеварения.

Зубы также играют важную роль в речевом аппарате – зубы, губы и язык способствуют формированию слов за счет контроля воздушного потока, проходящего через рот. Кроме того, зубы обеспечивают структурную поддержку лицевым мышцам и помогают формировать улыбку.

АНАТОМИЯ ЗУБА

Каждый зуб состоит из коронки и корня. Коронка – это видимая часть зуба, выступающая из десны (помогает прочно удерживать зуб на месте). Коронка каждого премоляра и моляра имеет выступы, облегчающие жевание или измельчение пищи.



Корень – это часть зуба, заключенная в челюстной кости.

СТРУКТУРА

Зубы состоят из четырех особых типов ткани:

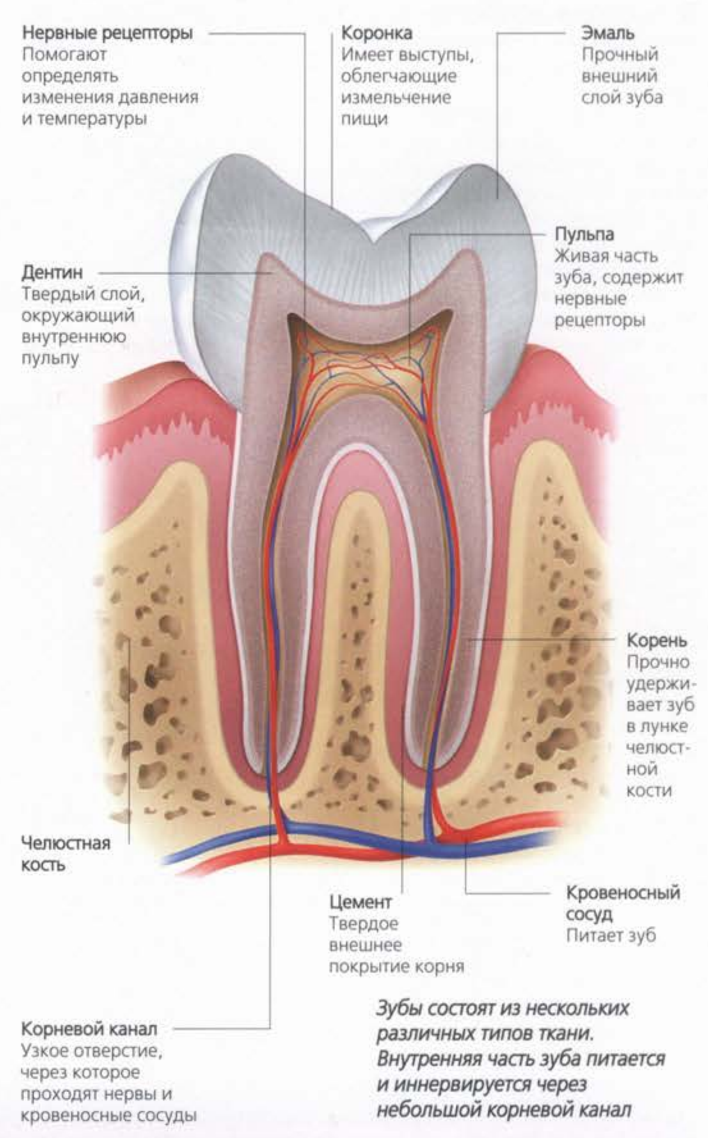
■ Эмаль – чистый внешний слой и самое прочное вещество в теле. Представляет собой плотную структуру, содержащую множество солей кальция. Этот слой защищает внутренние слои зуба от вредных бактерий и температурных перепадов, связанных с употреблением горячих или холодных напитков или пищи.

■ Дентин – укрывает и защищает внутренний стержень зуба; его состав аналогичен составу костной ткани. Включает клетки одонтобласты, которые выделяют дентин и поддерживают его содержание на протяжении всей взрослой жизни.

■ Пульпа – содержит кровеносные сосуды, снабжающие зуб кислородом и питательными веществами. Кроме того, содержит нервы, отвечающие за передачу в мозг болевых и температурных ощущений.

■ Цемент – покрывает внешнюю поверхность корня. Это содержащая кальций соединительная ткань, которая крепит зуб к периодонту, прочно удерживающая зуб в зубной лунке (альвеоле), находящейся в челюстной кости.

Зубы обеспечивают структурную поддержку для мышц лица. Кроме того, они играют важную роль в речевом аппарате и помогают формировать улыбку



Зубы состоят из нескольких различных типов ткани. Внутренняя часть зуба питается и иннервируется через небольшой корневой канал

Развитие молочных зубов



На протяжении жизни у людей формируются два набора зубов. Первый набор, известный как молочные зубы, начинает формироваться в плоде, примерно через два месяца после зачатия, и состоит обычно из 20 зубов.

СТАДИИ РАЗВИТИЯ

Дентин этих зубов образуется, пока плод еще находится в матке. После рождения ребенка зубная эмаль формируется постепенно.

Эмаль начинает формироваться вскоре после рождения. Молочные зубы прорезаются постепенно: сначала передние, а в конце вторые моляры

Сначала формируется эмаль передних зубов. Обычно этот процесс завершается через месяц после рождения ребенка, тогда как эмаль вторых моляров формируется только спустя полтора года.

После завершения процесса образования эмали зубы начинают прорезаться. Передние зубы обычно прорезаются в возрасте от полугода до года, тогда как вторые моляры прорезаются в возрасте от 13 до 19 месяцев, а клыки – после 19 месяцев. Финальной стадией развития корня является его окончательное формирование, но это медленный процесс, продолжающийся вплоть до того времени, когда ребенку уже более трех лет.

Формирование постоянных зубов

Через несколько лет молочные зубы заменяются набором постоянных зубов. У взрослого человека 32 зуба, включая третьи моляры, или зубы мудрости.

В возрасте примерно шести лет корни молочных зубов медленно разрушаются под давлением прорезающихся постоянных зубов и под воздействием особых костных клеток челюстей.

Этот процесс, называющийся резорбцией, позволяет прорезаться постоянным зубам. Если же постоянный зуб не появляется – довольно распространенное явление, – то соответствующий молочный зуб сохраняется.

ПОЛНЫЙ НАБОР

После замены молочных зубов рот и челюсть утрачивают свою детскую форму и приобретают более выразительный и взрослый вид. Постоянные зубы обычно темнее по цвету и отличаются по размерам и пропорциям от молочных.

Полная замена молочных зубов постоянными обычно завершается в конце подросткового возраста, за исключением третьих моляров (зубов мудрости), которые обычно появляются в возрасте 18–25 лет.



К шести годам большинство детей начинают терять молочные зубы. Они расшатываются и постепенно заменяются постоянными зубами

Типы зубов



Обычно у взрослого человека 32 зуба – 16 в верхней челюсти и 16 в нижней, – которые вместе раскусывают и пережевывают пищу. Людей называют гетеродонтами, так как зубы у них различных типов, размеров и форм, и кроме того, они различаются по функциональному назначению:

- Резцы – у взрослого человека восемь резцов, расположенных в передней части рта: четыре в верхней челюсти и четыре в нижней. У резцов острая кромка, облегчающая раскусывание пищи.
- Клыки – по обе стороны от резцов находятся клыки, они называются так потому, что напоминают по форме острые собачьи клыки. В каждой челюсти два клыка, и их основное назначение – проникать в пищу и разрывать ее.
- Малые коренные зубы – известны также как премоляры. Это плоские зубы с выступами, перемалывающие и перемешивающие пищу. В каждой челюсти четыре премоляра.
- Моляры – за премолярами располагаются моляры, именно здесь и происходит наиболее интенсивный процесс жевания. Всего моляров двенадцать, их подразделяют на первые, вторые и третьи моляры. Третьими молярами обычно называют зубы мудрости.

Люди – это гетеродонты, то есть зубы у них не однородного размера или формы. Для выполнения различных функций формируются разные типы зубов

ЗУБЫ МУДРОСТИ

Зубы мудрости – это рудименты тех времен, когда люди ели сырую пищу, и для ее раскусывания и пережевывания требовались дополнительные усилия третьих моляров. Сегодня они излишни, поскольку могут мешать другим зубам, их обычно удаляют.

Жевание

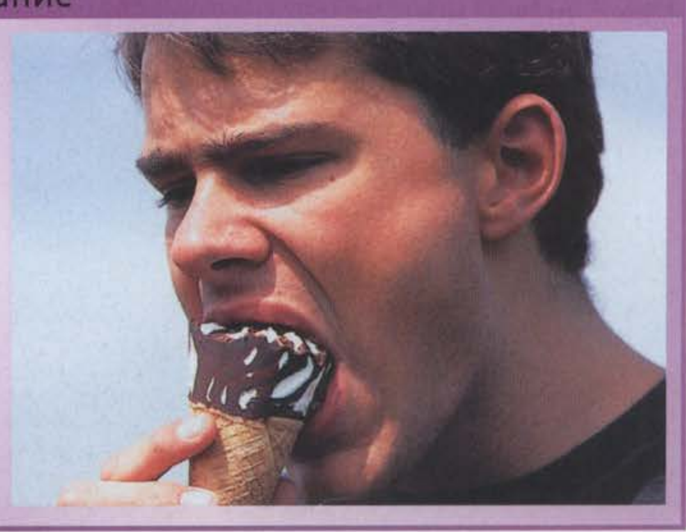
Мышцы челюстей позволяют зубам тесно смыкаться и размыкаться в вертикальной плоскости, а также скользить вдоль друг друга в горизонтальной плоскости. Первая функция необходима для раскусывания пищи, вторая – для ее измельчения.

Датчики давления

Периодонтальная связка каждого зуба содержит чувствительные нервные рецепторы, защищающие зуб и поддерживающие ткани от чрезмерных жевательных и кусающих усилий, которые могут нанести повреждение зубу. Эти нервные рецепторы передают импульсы в центральную нервную систему в ответ на ощущения, сообщают информацию о движении и положении челюсти, а также о давлении, оказываемом на зуб.

Контроль мозга

Мозг реагирует, посылая нервные импульсы, которые контролируют положение челюсти и прикрепленных мышц (а значит, и положение зубов), обеспечивая надлежащий процесс жевания.



Рецепторы в зубе передают в мозг информацию о положении челюсти. Мозг в ответ посылает импульсы, контролирующие челюсть

Волосы

Существует два основных типа человеческих волос: пушковые и щетинистые. Только в щетинистых волосах, растущих в основном у мужчин, имеется центральный стержень и содержится мужской половой гормон, тестостерон.

Поверхность человеческого тела покрыта миллионами волосков. Особенно они заметны на голове, вокруг наружных половых органов и под мышками. Единственными участками тела, где отсутствуют волосы, являются губы, соски, части наружных половых органов, ладони и подошвы.

Хотя волосяной покров человека не хранит тепло, как у других млекопитающих, он выполняет ряд других функций.

- Ощущает мелкие частицы или насекомых, приближающихся к коже.
- Защищает/изолирует голову.
- Защищает глаза.
- Является половым признаком.

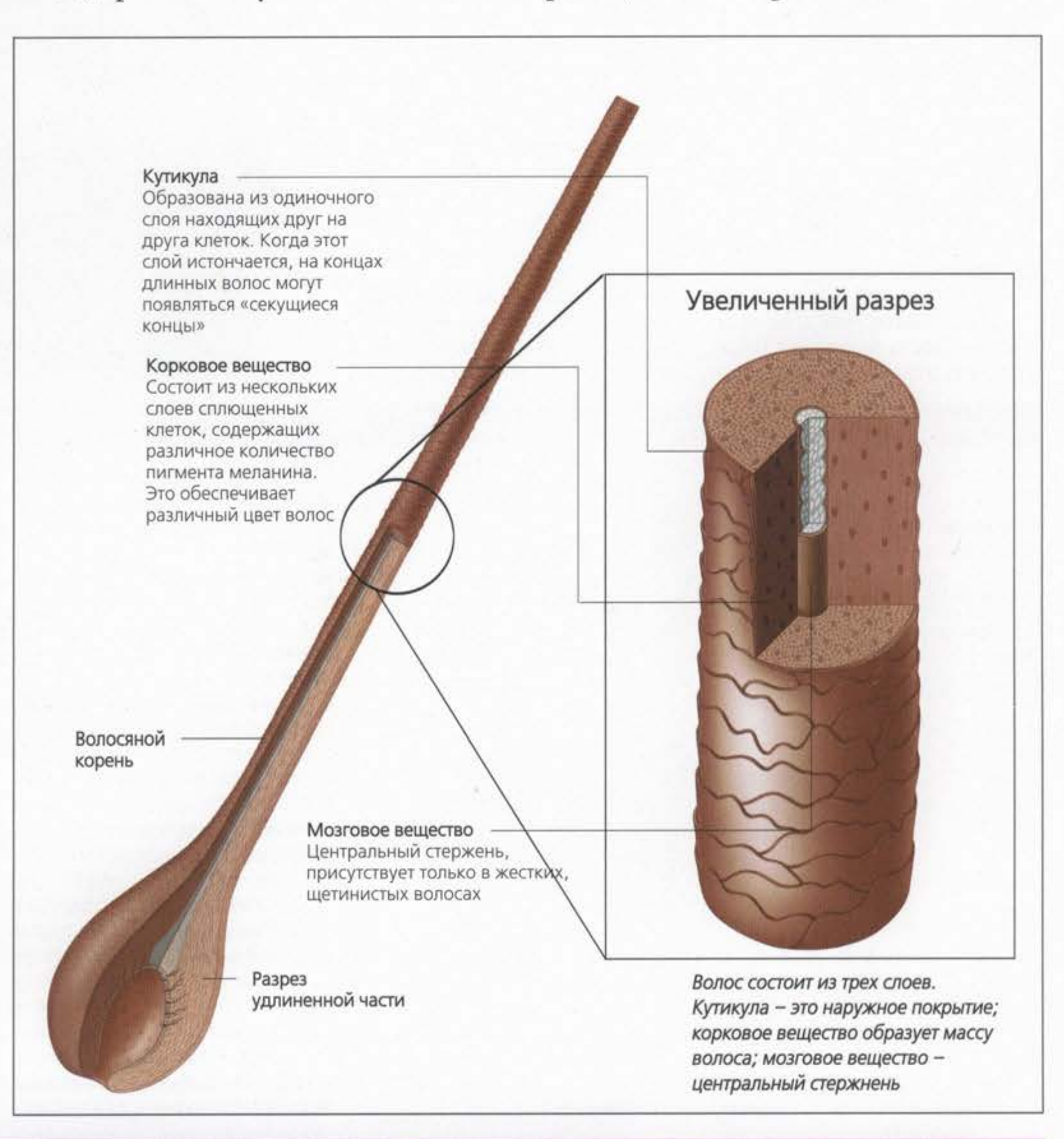
СТРУКТУРА ВОЛОСА

Волос состоит из гибких нитей твердого белка – кератина. Они вырабатываются волосяными фолликулами внутри дермы (внутренний слой кожи), но произрастают из «сумок» эпидермиса (наружный слой).

Каждый волосяной фолликул имеет утолщенный конец – волосяную луковицу, – где размещаются капилляры, питающие корень растущего волосяного стержня. Его форма определяет и вид волоса: прямой или курчавый; чем округлее стержень, тем прямее волос.

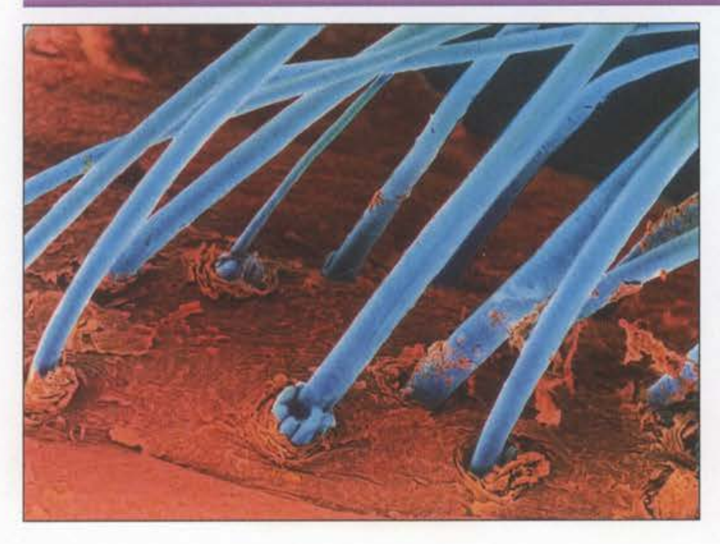
Каждый волос состоит из трех концентрических слоев.

- Мозговое вещество.
- Корковое вещество.
- Кутикула.



Волос состоит из трех слоев. Кутикула – это наружное покрытие; корковое вещество образует массу волоса; мозговое вещество – центральный стрежнень

Типы волос и их распределение



Хотя кажется, что существует большое количество типов человеческих волос, их можно разделить на две основные группы.

- Пушковые волосы
- Щетинистые волосы

ПУШКОВЫЕ ВОЛОСЫ

Пушковыми называются мягкие волосы, покрывающие большую часть тела у женщин и детей. Они короткие, тонкие, обычно светлого цвета, что делает их менее приметными, чем щетинистые волосы.

Ресницы – редкий образец щетинистых волос, присутствующий у мужчин, женщин и детей. Они защищают глаза от посторонних частиц

В пушковых волосах нет мозгового вещества.

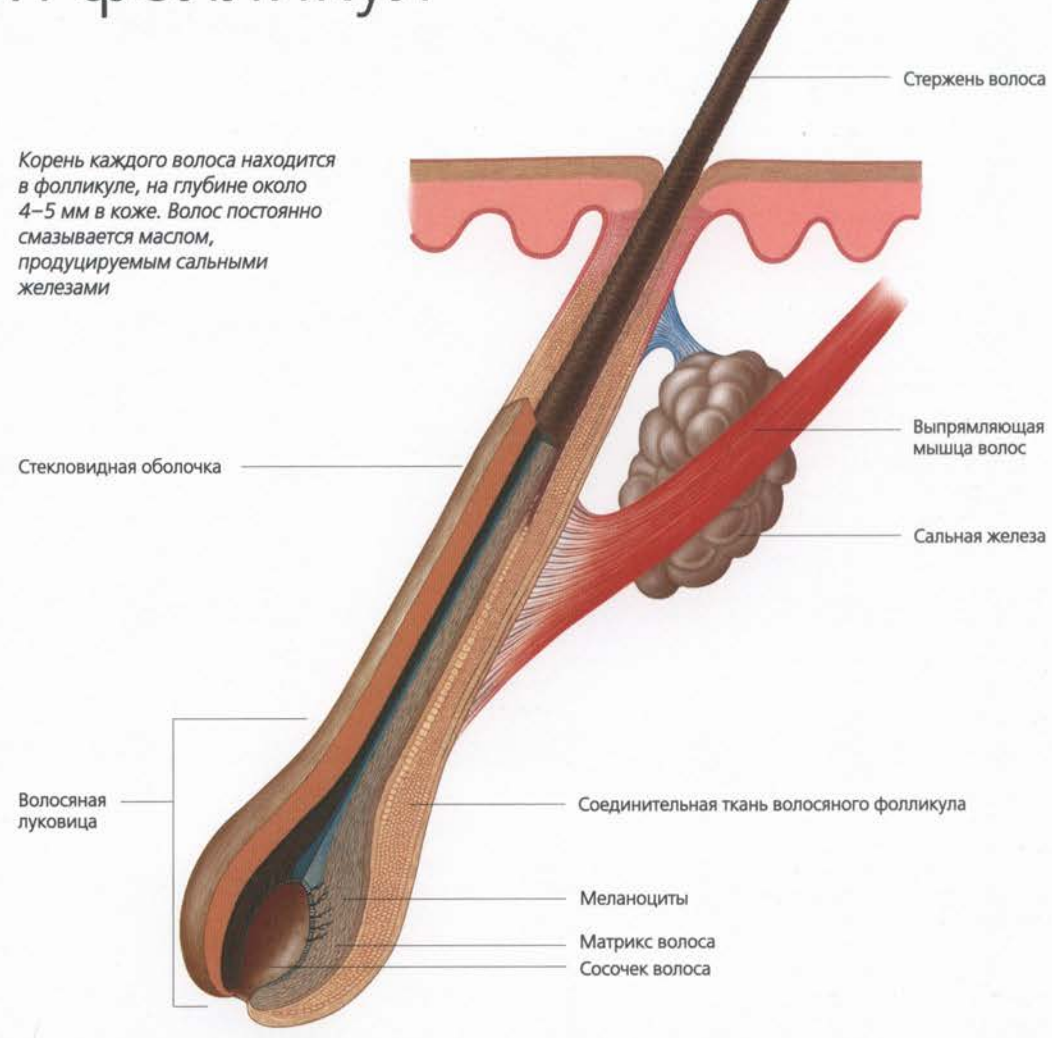
ЩЕТИНИСТЫЕ ВОЛОСЫ

Щетинистые волосы гораздо грубее, чем пушковые. Они присутствуют на макушке головы, в качестве ресниц и бровей, лобковых и подмышечных волос и составляют основную часть волос взрослого мужчины. Эти волосы содержат мозговое вещество.

Щетинистые волосы развиваются и растут под управлением мужских половых гормонов, таких как тестостерон. В тех случаях, когда у женщин присутствует слишком много таких гормонов, может возникать избыточная волосатость (гирсутизм).

Волосяной фолликул

Волосы образуются внутри волосяных фолликулов на большей части поверхности кожи. С фолликулами связаны сальные железы, нервные окончания и крохотные мышцы, поднимающие волосы.



Корень каждого волоса находится в фолликуле, на глубине около 4–5 мм в коже. Волос постоянно смазывается маслом, продуцируемым сальными железами

Сальные железы располагаются рядом с волосяными фолликулами по всей поверхности тела. Они вырабатывают маслянистое вещество, известное как кожное сало, которое из желез через сальный проток поступает в волосяной фолликул. Затем кожное сало обволакивает появляющийся волосяной стержень и доходит вместе с ним до поверхности тела.

Количество производимого кожного сала зависит от размера сальной железы, что в свою очередь зависит от уровней циркуляции гормонов, особенно андрогенов (мужские половые гормоны). Самые крупные сальные железы находятся на голове, шее, спине и груди.

Функцией кожного сала является смягчение и смазка кожи и волос, предотвращение высыхания кожи. В нем также содержатся вещества, убивающие бактерии, которые инфицируют кожу и волосы.

НЕРВНЫЕ ОКОНЧАНИЯ

Сеть крохотных нервных окончаний располагается вокруг луковицы волосяного фолликула. Эти нервы стимулируются любым движением основания волоса. Если волос сгибается под давлением чего-то на его стержень, эти нервные окончания активизируются и посылают сигналы мозгу. Такое происходит, например, когда насекомое прикасается к коже; легкое сгибание волос вызывает целую цепочку событий, результатом чего является рефлекторное действие, направленное на то, чтобы смахнуть насекомое, пока оно не укусило. Таким образом волосы вносят свой вклад в наши тактильные ощущения.

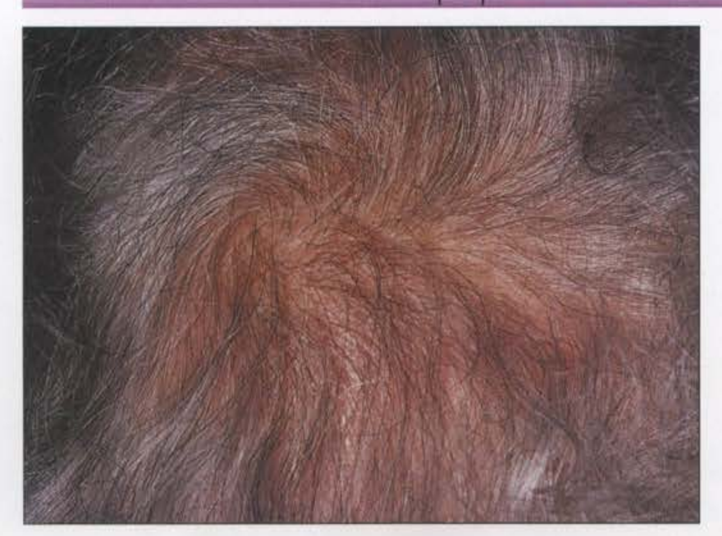
МЫШЦА, ПОДНИМАЮЩАЯ ВОЛОС

Каждый волосяной фолликул прикреплен к крохотной мышце, поднимающей волосы. Когда эта мышца сокращается, то волос поднимается и принимает вертикальное положение.

Если это происходит во множестве фолликул, мы чувствуем, что покрываемся «гусиной кожей», обычно вызываемой холодом и страхом.

Действие этих мышц более важно для покрытых мехом млекопитающих, так как позволяет им удерживать в мехе воздух с целью защиты от холода. Воздух с его малой теплопроводностью удерживает тепло.

Прореживание волос и облысение



Наиболее быстрый рост волос наблюдается в период между детством и началом взрослого возраста. После 40 лет скорость роста волос начинает снижаться, так как стареют волосяные фолликулы.

Волосы уже не восстанавливаются так быстро, что приводит к их прореживанию и к определенной степени облысения как у мужчин, так и у женщин. Редкие волосы – это также результат замены щетинистых волос менее заметными пушковыми.

К 40 годам волосяные фолликулы стареют, и волосы восстанавливаются не так быстро. А более толстые щетинистые волосы сменяются пушковыми

НАЧАЛО ОБЛЫСЕНИЯ

Полное облысение мужчин связано с рядом факторов.

Среди них:

- Наследственность.
- Уровни андрогенов (мужские половые гормоны).
- Наступление старости.

Считается, что благодаря гену, который «включается» только в зрелом возрасте, происходят изменения в реагировании волосяных фолликулов на циркуляцию гормонов.

Ненормальное прореживание или потеря волос могут также быть связаны с различными заболеваниями и методами их лечения, о чем должно быть известно врачам.

Как растут волосы

Волос является производным кожи, и он состоит из кератина – прочного структурного белка. Волосы играют важную роль в защите тела, особенно скальпа, где они наиболее густые.

Волосы являются характерным отличительным признаком млекопитающих, а у людей они выполняют роль защиты тела от травм, охлаждения и солнечного света.

СТРУКТУРА ВОЛОСА

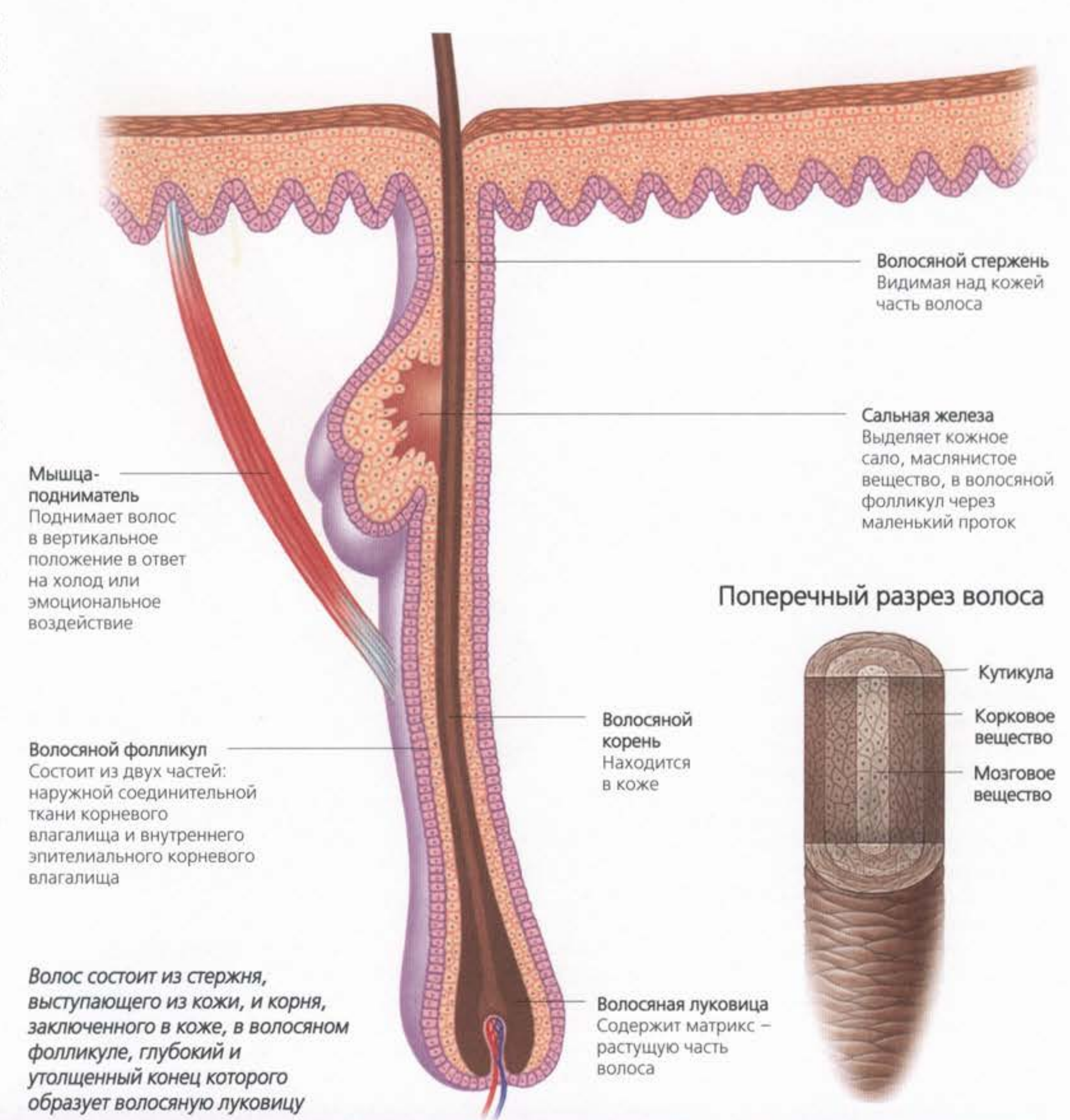
Волос состоит из волокон кератина, а кератин – это прочный структурный белок, присутствующий также в ногтях и в наружном слое кожи. Каждый волос состоит из трех концентрических слоев мертвых ороговевших (содержащих кератин) клеток: мозгового вещества, коркового вещества и кутикулы.

Мозговое вещество состоит из крупных клеток, содержащих мягкий кератин и частично разделенных воздушными пространствами. Корковое вещество, толстым слоем окружающее мозговое вещество, состоит из нескольких слоев сплюснутых клеток, содержащих твердый кератин.

ЗАЩИТНЫЙ СЛОЙ

Кутикула – это наружный слой, состоящий из одиночного слоя твердых кератиновых клеток, перекрывающихся как кровельные плитки.

Этот наружный слой содержит больше всего кератина, он укрепляет и защищает волос, помогая удерживать внутренние слои в уплотненном состоянии. Кутикула имеет тенденцию к изнашиванию, когда волосы стареют или повреждаются, что позволяет кератиновым волоконцам исчезать из коркового и мозгового вещества. В результате появляются «секущиеся концы».



Волос состоит из стержня, выступающего из кожи, и корня, заключенного в коже, в волосяном фолликуле, глубокий и утолщенный конец которого образует волосяную луковицу

Чем обусловлен рост волос?



Каждый волос разделен на стержень (видимая часть) и корень. Корень каждого волоса заключен в волосяном фолликуле, под поверхностью кожи. У основания волосяной фолликул расширяется и образует волосяную луковицу.

ОБРАЗОВАНИЕ ВОЛОСА

Волосяная луковица заключает в себе массу недифференцированных эпителиальных клеток (волосяной матрикс), которые, делясь, образуют волос. Волосяную луковицу питает плотная сеть капилляров, куда питательные вещества поступают через дермальный сосок (продолжение дермы).

На этой электронной микрофотографии изображены волосы на скальпе. Здесь два стержня вылезают из фолликул, расположенных в эпидермисе

СТИМУЛЯЦИЯ РОСТА

Химические сигналы от соска побуждают соседние клетки матрикса делиться. Когда матрикс образует новые волосяные клетки, старые клетки выталкиваются вверх и сливаются. Они становятся ороговевшими и умирают. В результате волос, торчащий из скальпа, уже не живой, но благодаря активному делению клеток в корне его ежедневный рост достигает около 0,3 мм.

Стадии роста

Волос в своем развитии проходит различные стадии. Любые факторы, нарушающие этот процесс, могут привести к выпадению волос и облысению.

Волос формируется циклами, включающими стадию роста и стадию покоя. Во время стадии роста волос формируется и удлиняется по мере добавления клеток в основание корня. Эта фаза может продолжаться примерно от двух до шести лет. Поскольку волос вырастает приблизительно на 10 см в год, то вряд ли длина отдельного волоса сможет превысить один метр.

СТАДИЯ ПОКОЯ

Со временем деление клеток замедляется (стадия покоя), и рост волоса прекращается. Волосяной фолликул сжимается до одной шестой части своей обычной длины, а дермальный сосок, обеспечивающий питание новых волосяных клеток, отрывается от корня луковицы. Во время этой фазы мертвые волосы остаются на месте. Именно они вылезают пучками при мытье головы или во время расчесывания. Затем наступает новый цикл, и из фолликул вылезают новые волосы.

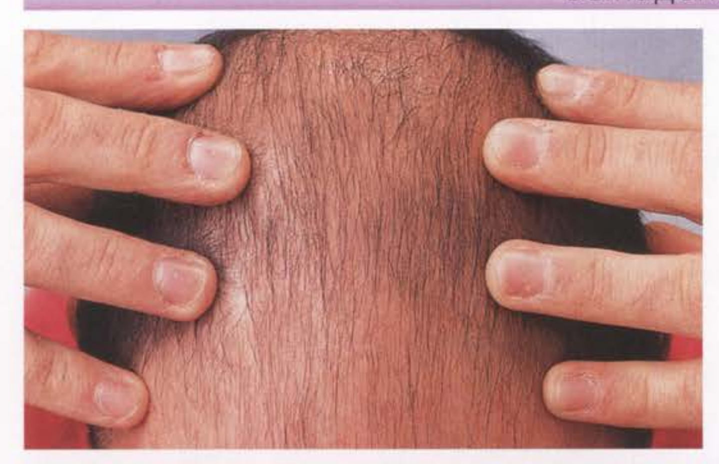
РАЗЛИЧНЫЕ ТИПЫ ВОЛОС

Продолжительность каждой стадии зависит от типа волос: у волос скальпа стадия роста обычно составляет три года, а стадия покоя – один или два года; ресницы, которые гораздо короче, растут около 30 дней, а в состоянии покоя находятся 105 дней. В любой момент около 90% волос скальпа находятся в стадии роста, и нормальный уровень потерь этих волос составляет около 100 волосков в день.



Волосы не растут постоянно; перед выпадением и заменой каждый волос проходит стадию роста и стадию покоя

Выпадение волос



С возрастом рост волос замедляется, они не так быстро сменяются новыми, поэтому наблюдается общее прореживание волос, а местами часто появляются облысения (плешивость), особенно у мужчин.

ПРЕЖДЕВРЕМЕННОЕ ВЫПАДЕНИЕ ВОЛОС

Физиологические изменения, приводящие к облысению у мужчин, отличаются от тех изменений, которые приводят к плешивости. Мужское облысение – это генетически обусловленное заболевание, которое, как считается, вызывается изменениями в реакции волосяных фолликулов на тестостерон. Циклы роста каждого волосяного фолликула становятся настолько короткими, что многие волосы так и не вылезают из фолликулов до выпадения, а те, которые все же вылезают, очень тонкие и слабые.

Прореживание и выпадение волос – также результат стрессов, нарушающих нормальный цикл выпадения и замены волос.

Мужское облысение – наследственное заболевание. Стадия роста волос настолько коротка, что они выпадают еще до выхода из кожи

Цвет и структура волос

Цвет волос зависит от присутствия пигмента меланина, который вырабатывается меланоцитами в луковице волосяного фолликула, а затем передается в корковое вещество.

В темных волосах находится чистый меланин, такой, какой присутствует в коже, тогда как светлый и рыжий цвет волос обусловлен наличием тех видов меланина, в которых содержатся сера и железо. Седые или белые волосы – это результат недостаточной выработки меланина (по генетическим причинам) и замены меланина в стержне волоса воздушными пузырьками. Поседение наблюдается также в связи с нейроэндокринными расстройствами, инфекциями, интоксикациями.

У взрослого человека на голове около 120 тыс. волосков. У рыжеволосых их обычно меньше, а у блондинов больше.

Состав кератина, вырабатываемого телом, определяется нашими генами и различен у разных людей. Поскольку кератин отвечает за структуру волосяного стержня, она может меняться.

Гладкий, цилиндрический волосяной стержень будет формировать прямой волос, тогда как овальный стержень будет формировать волнистый волос. Волосяной стержень, имеющий форму почки, будет формировать курчавый волос.



Как растут ногти

Ногти являются продолжениями наружного слоя кожи, они непрерывно растут на протяжении всей жизни человека. Кроме выполнения защитной функции, они также являются хорошим индикатором состояния здоровья человека.

Как и волосы, ногти являются производными кожи и составляют часть наружного покрова кожи. Каждый ноготь представляет собой похожее на чешуйку продолжение эпидермиса (наружного слоя кожи), покрывающее окончания пальцев рук и ног. В ногтях содержится 1–14% воды, 0,15–0,75% жироподобных веществ.

АНАТОМИЯ НОГТЯ

Ногти – это сплюснутые, эластичные структуры, которые начинают расти на внешней поверхности кончиков пальцев рук и ног на третий месяц развития плода.

Каждый ноготь состоит из следующих частей.

- Тело – известно еще как ногтевая пластинка. Это основная открытая часть ногтя.
- Свободный край – часть ногтя, растущая и выступающая за кончик пальца.
- Ногтевой валик – складка кожи, растущая с обоих сторон ногтя. Складки возвышаются над границами эпидермиса и ногтя, поскольку эпидермальные клетки делятся быстрее, чем клетки ногтя, и в результате складки кожи нависают над ногтем.
- Эпонихий (кутикула) – складка ороговевшей (мертвой) кожи, частично покрывающая ноготь и защищающая растущую часть ногтя.
- Луночка – слегка матовая часть ногтя, имеющая форму полумесяца (по латыни *lunula* означает «маленькая луна»). Эта часть ногтя может частично прикрываться кутикулой.
- Гипонихий – участок кожи сразу под свободной границей ногтя. В гипонихии очень много нервов, вот почему он крайне болезненно реагирует на проникновение постороннего тела, например щепки.
- Корень – еще известен, как матрикс, это бороздчатая часть ногтя (ближайшая к коже), расположенная в желобе под кутикулой.
- Ногтевое ложе – участок под всем ногтем.

Видимая анатомия ногтя

Свободный край
Гипонихий
Тело (ногтевая пластинка)
Латеральный ногтевой валик
Луночка
Кутикула (эпонихий)
Ногтевой матрикс

Ногти состоят из округлых пластин твердого кератина. Под луночкой находится ногтевой матрикс, отвечающий за рост ногтя

Роль ногтей



Ногти усиливают воздействие пальцев рук, например, при почесывании кожи. Они также защищают чувствительные кончики пальцев рук и ног

Несмотря на то что ногти у нас не такие прочные, как у далеких предков, они продолжают выполнять ряд важных функций.

ЗАЩИТНАЯ РОЛЬ

Как кожа и волосы, ногти состоят из кератина, прочного белка. Они выполняют роль амортизатора, защищая кончики пальцев рук и ног.

Кроме того, ногти пальцев рук помогают, например, развязывать шнурки, брать с поверхности мелкие предметы и почесать зудящее место. Несмотря на тот факт, что в ногтях отсутствуют нервы, они также служат превосходной «антенной», поскольку находятся в чувствительных тканях, ощущающих каждое прикосновение ногтей к объекту.

Ломкие ногти

Ногти очень пористые, они могут удерживать влаги почти в 100 раз больше, чем эквивалентный по массе участок кожи. Таким образом, ногти ограничивают количество влаги, поступающей в ткани кончиков пальцев.

Влага, принимаемая ногтями, постепенно испаряется, ногти высыхают и снова принимают свой обычный размер. Частое погружение в воду и последующее высыхание могут вызвать ослабление структуры ногтя, в результате чего ногти становятся хрупкими и ломкими.

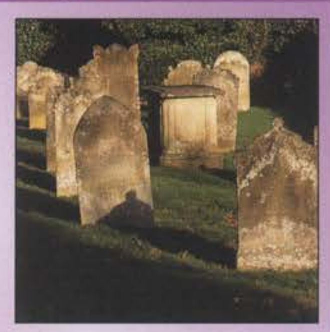
Кроме того, использование лака для ногтей и снятие его растворителями текже может привести к тому, что ногти становятся ломкими.

После смерти

Существует распространенное заблуждение, что ногти продолжают расти и после смерти человека. Укоренившаяся в сознании людей легенда обрастала невероятными подробностями.

Понятно, откуда взялось это заблуждение: после смерти человека кожа вокруг ногтей высыхает и сжимается, от этого ногти кажутся увеличившимися в размере, и кроме того, от усыхания кутикул ногти также кажутся длиннее.

На самом деле каждая клетка тела прекращает рост после смерти человека, это же касается и ногтей.



Часто считается, что волосы и ногти продолжают расти после смерти человека. Однако после смерти каждая клетка тела перестает функционировать

Скорость роста

Чтобы ногтю вырасти из корня до кончика пальца, требуется до шести месяцев. При определенных условиях ногти растут быстрее.

Существует два участка ногтя, где происходит рост.

- Матрикс ногтя – участок под корнем ногтя. Здесь эпидермальные клетки делятся и обогащаются кератином, который уплотняется и становится ногтем.
- Ногтевое ложе – участок под ногтевой пластинкой; создает поверхность, на которой делится растущий ноготь.

СКОРОСТЬ РОСТА

В среднем, ногтю требуется от трех до шести месяцев, чтобы вырасти от основания до кончика пальца. Средняя скорость роста ногтя на пальцах руки составляет около полумиллиметра в неделю, но летом скорость роста ногтей несколько увеличивается. Считается, что летом кровь циркулирует быстрее, поэтому ускоряется и деление клеток. На руках ногти растут примерно в четыре раза быстрее, чем на ногах; причина этого неизвестна.

Интересно, что у правши ноготь большого пальца правой руки растет быстрее, чем ноготь большого пальца левой руки.



▶ *У большинства людей ногти на пальцах короткие, поскольку их подстригают и подпиливают. Без этого ногти могли бы вырасти невероятно длинными*

▲ *Если ноготь ломается, то рост его ускоряется вплоть до восстановления. Однако если поврежден корень ногтя, ноготь перестает расти*

Болезни и повреждения ногтей



Ногти могут поведать многое о состоянии здоровья человека.

Ноготь может утолщаться и желтеть. Это связано с опуханием ступни или может вызываться заболеванием щитовидной железы

Кровоснабжение

Обычно ногти выглядят розовыми благодаря богатому кровоснабжению в коже под ними, поэтому ноготь выполняет роль своеобразного индикатора снабжения кислородом для анестезиологов во время хирургических операций. Вот почему женщин всегда просят перед операцией удалить лак с ногтей. Если ноготь становится бледным или даже синеет, это знак для анестезиолога, что пациент получает недостаточно кислорода.

Болезни ногтей

Состояние ногтей помогает диагностировать ряд заболеваний.

Желобки, проходящие через ногти, могут подсказать, что несколько месяцев назад пациент перенес серьезную болезнь. Болезнь замедляет рост ногтей, от чего в корне ногтя образуются гребешки. А затем, по мере роста ногтей, эти гребешки вылезают наружу.

Аналогично: ногти неправильной формы, загибающиеся назад, могут указывать на анемию (недостаток в организме железа).

Цвет ногтей пальцев рук также очень показателен. Например, белые матовые ногти могут указывать на цирроз печени, тогда как белые полоски на ногтях могут быть признаком слабого отравления мышьяком.

Повреждение ногтей

Более серьезные изменения в ногтях, например, их посинение или отслоение, происходят в основном в результате травмы или механического повреждения ногтевого ложа. Но если ногтевой корень не уничтожен, то со временем появится новый ноготь, который будет расти.



Ломкие ложкообразные ногти указывают на то, что у пациента койлонихия. Это признак анемии, обусловленной недостатком железа в клетках



Врастание ногтей на пальцах ног происходит потому, что их обрезают слишком близко к кромкам. Ноготь врастает в мясо, что приводит к воспалению

Как кожа защищает тело

Кожа – замечательный орган, покрывающий всю поверхность тела. Кожа выполняет ряд важных функций по защите тела и помогает контролировать температуру тела.

Кожа – крупнейший орган тела. Ее масса может составлять от 2,5 до 4,5 кг, а площадь около 2 м^2.

АНАТОМИЯ КОЖИ

Кожа состоит их двух основных слоев: эпидермиса и дермы.

Эпидермис, или кутикула, – это наружный защитный слой кожи. Самый верхний слой эпидермиса (или ороговевший слой) составляет до трех четвертей толщины эпидермиса.

КЕРАТИН

Клетки эпидермиса вырабатывают кератин (волокнистый белок, присутствующий также в волосах и ногтях) и постоянно продвигаются вверх под воздействием нижних делящихся клеток.

По мере продвижения клеток наружу они обогащаются кератином, сплющиваются и отмирают. Эти мертвые клетки постоянно сбрасываются, и таким образом эпидермис эффективно обновляется каждые несколько недель. На самом деле за время жизни средний человек «сбрасывает» около 18 кг кожи (в виде перхоти или кусочков сухой кожи).

ТОЛЩИНА КОЖИ

Толще всего эпидермис на тех частях тела, где он больше всего изнашивается, например, на подошвах ступней и на ладонях рук.

ДЕРМА

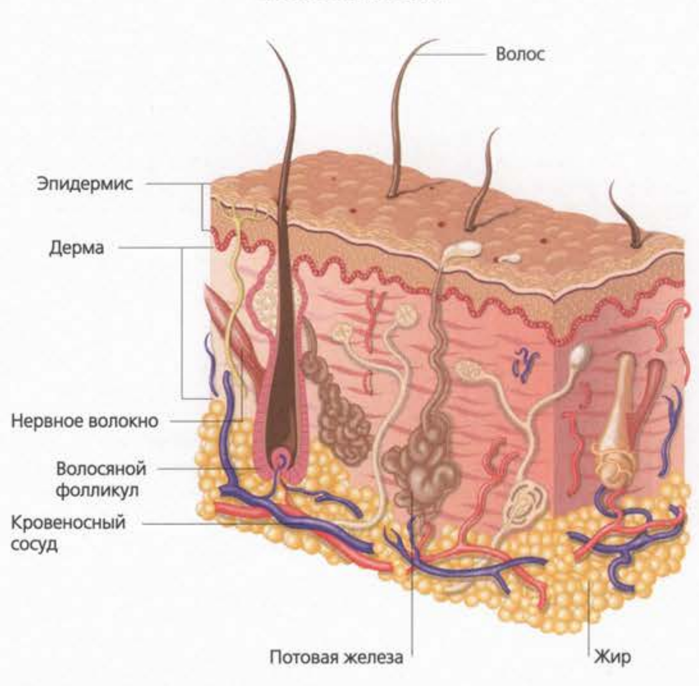
Дерма – самый глубокий слой кожи. Этот волокнистый слой состоит из сети коллагеновых и эластичных волокон. Клеточные элементы в дерме встречаются в небольших количествах.

Дерма также содержит кровеносные сосуды, нервы, жировые дольки, волосяные корни, сальные и потовые железы.

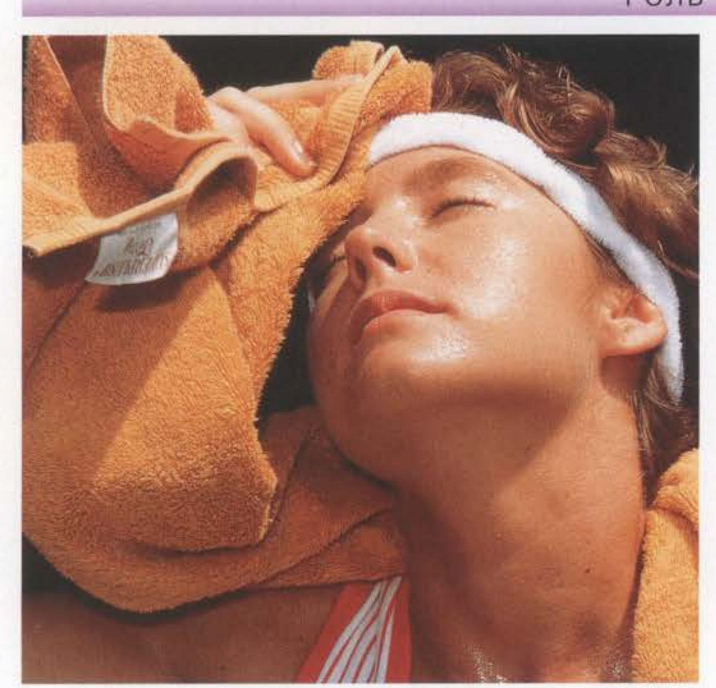
В дерме выделяются два слоя: прилежащий к эпидермису сосочковый и сетчатый (ретикулярный).

Кожа состоит из двух основных слоев: эпидермис и дерма. Эпидермис не напрямую питают кровеносные сосуды дермы

Анатомия кожи



Роль кожи



Кожа играет важную роль в регулировании температуры тела. Потовые железы выделяют солевой раствор, который при испарении охлаждает тело

Кожа выполняет ряд важных функций.

- Защита – коллагеновые волокна дермы придают коже прочность и сопротивляемость, что не позволяет любым объектам проникать в тело.
- Регулирование температуры – за счет сужения и расширения кровеносных сосудов в дерме. Выделение пота также помогает охлаж-дать тело.
- Препятствие бактериальной инфекции – на поверхности кожи естественным образом присутствует большое количество микроорганизмов. Их по разным оценкам от 115 тыс. до 32 млн на 1 см^2 поверхности кожи. Они борются с болезнетворными бактериями, не позволяя им проникать в тело. Бактерицидные свойства кожи снижаются при переутомлении, переохлаждении, загрязнении и при недостаточной активности половых гормонов. Повышаются они при воздействии на кожу тепла, дозированного ультрафиолета, при массаже кожи.
- Чувствительность к прикосновению и к боли – в дерме содержится плотная сеть нервных окончаний, чувствительных к боли и постороннему воздействию. Эти нервы снабжают мозг важной информацией, связанной с окружающей средой, а также позволяют соответственно реагировать, например, отдергивать ладонь при соприкосновении с чем-то горячим.
- Предотвращение бесконтрольной потери влаги – сальные железы дермы выделяют маслянистое вещество, известное как кожное сало. Оно покрывает кожу, делая ее влагонепроницаемой. Коллагеновые волокна дермы также удерживают влагу.
- Защита от ультрафиолетового излучения – пигмент меланин (вырабатываемый меланоцитами в эпидермисе) защищает от вредного ультрафиолетового солнечного излучения.
- Производство витамина D – вырабатывается в ответ на воздействие солнечного света и помогает регулировать метаболизм кальция.

Цвет кожи

Цвет кожи зависит главным образом от присутствия меланина. Выработка этого пигмента защищает кожу от воздействия солнечной радиации.

Цвет кожи зависит от сочетания нескольких факторов, таких как толщина кожи, кровообращение и концентрация пигмента.

ПИГМЕНТЫ

В тех местах поверхности тела, где кожа очень тонкая и хорошее подкожное кровообращение, она будет выглядеть гораздо темнее (например, на губах) благодаря красному цвету пигмента гемоглобина в крови.



Как правило, выработка меланина определяет темный цвет кожи. Этот пигмент вырабатывают клетки меланоциты, присутствующие в эпидермальном слое.

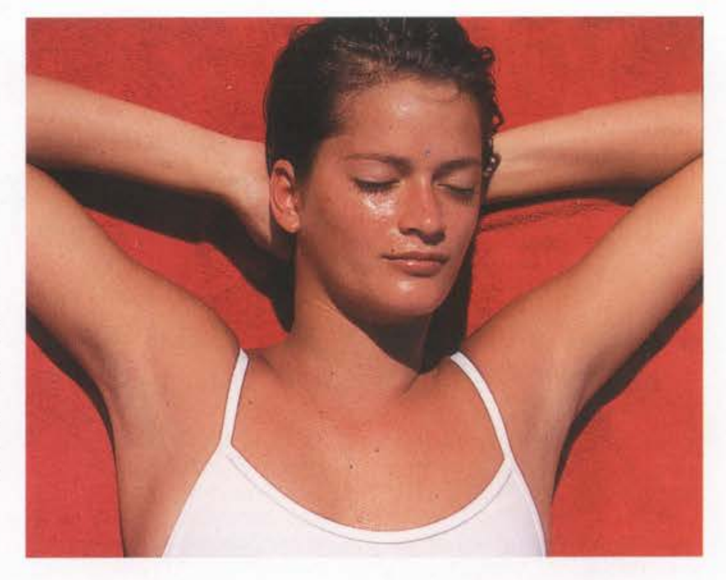
У темнокожих людей высокое содержание меланоцитов, а значит, в их коже более значительная концентрация меланина.

ВОЗДЕЙСТВИЕ СОЛНЕЧНЫХ ЛУЧЕЙ

Кожа реагирует на солнечное излучение выработкой гораздо большего количества меланина.

При повышении уровня меланина кожа темнеет и образует своего рода фильтр против вредной солнечной радиации

Цвет кожи главным образом зависит от количества клеток, вырабатывающих меланин. У людей с альбинизмом их нет, поэтому кожа очень светлая



Другим примером реакции кожи на солнечную радиацию являются веснушки.

СОЛНЕЧНЫЙ ОЖОГ

Однако при чрезмерном пребывании на солнце кожа не успевает достаточно быстро вырабатывать защитный пигмент. В результате случаются солнечные ожоги, кожа становится очень мягкой, краснеет и воспаляется. Длительное воздействие ультрафиолетового излучения наносит вред клеткам кожи, что приводит к преждевременному старению кожи, а иногда даже вызывает рак кожи.

Рак кожи более редок у темнокожих людей, что свидетельствует о защитной роли меланина.

При воздействии солнечных лучей вырабатывающие меланин клетки активизируются. Кожа темнеет и лучше противостоит излучению

Регенерация кожи

При рассечении кожи, например во время хирургической операции, края раны автоматически срастутся, если их скрепить швами. Но если при этом утрачиваются кусочки ткани, начинается процесс регенерации кожи.

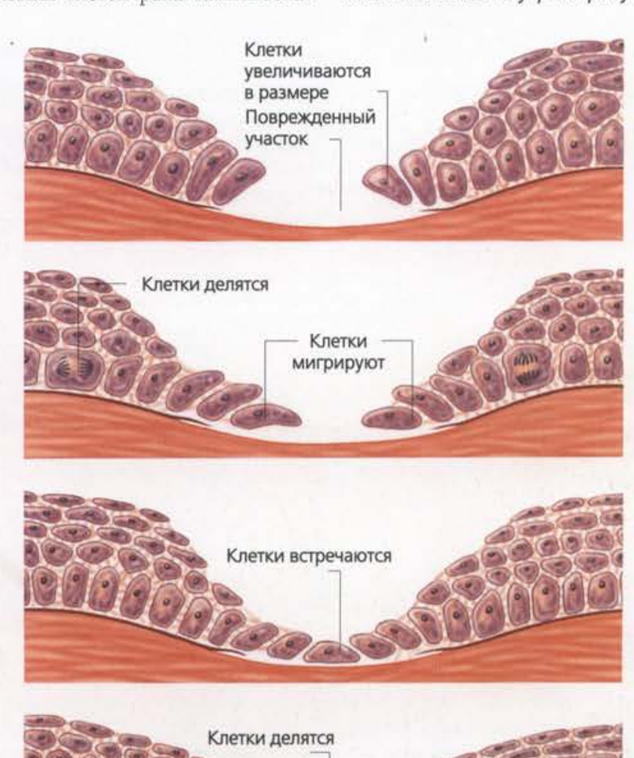
Клетки кожи, соседние с раной, отделяются и мигрируют к поврежденному участку, увеличиваясь в размере.

Другие клетки вокруг раны быстро размножаются и замещают утраченные клетки.

Постепенно клетки, мигрирующие в направлении раны со всех сторон, встречаются. Как только они полностью покрывают рану, миграция прекращается.

По мере размножения эпителиальных клеток рана затягивается до восстановления нормальной толщины кожи.

При повреждении кожи окружающие клетки движутся к ране и размножаются, пока полностью не укроют рану



Кожные трансплантаты



В тех случаях, когда кожа серьезно повреждена, например при ожогах третьей степени, требуется медицинское вмешательство. Поврежденные участки могут быть слишком большими, поэтому кожа не успеет регенерироваться до попадания в тело инфекции.

Трансплантация кожи

Процесс пересадки кожи включает снятие тонкого слоя кожи со здорового участка тела, обычно с мясистого (бедро или ягодица).

Иногда повреждение кожи настолько серьезное, что требуется трансплантация. Возможна пересадка кожи с другого участка тела

Затем эта кожа пересаживается на рану. Со временем новые клетки кожи размножаются, соединяются и затягивают рану.

Разработана новая технология, включающая культивирование клеток кожи в лабораторных условиях. С ее помощью можно выращивать кожу для трансплантации.

Как контролируется температура тела

Температура тела регулируется частью мозга, которая называется гипоталамус. Если наружная температура поднимается или падает, тело использует различные механизмы для поддержания ее комфортного равновесия.

Теплокровные животные, например млекопитающие или птицы, поддерживают более или менее постоянную температуру тел, используя внутренние контролирующие механизмы. Для сравнения: холоднокровные животные, рыбы и рептилии не имеют таких внутренних механизмов, и температура их тел в значительной степени зависит от температуры окружающей среды.

КОНТРОЛЬ ТЕПЛА ТЕЛА

Люди, как и все теплокровные животные, выделяют тепло в результате метаболизма. Тепло выделяют все ткани, но основное тепло выделяют наиболее активные ткани, такие как печень, сердце, мозг и эндокринные железы.

Мышцы также выделяют тепло – около 25% всего тепла тела выделяют неактивные мышцы. Активные мышцы могут выделять тепла в 40 раз больше, чем остальные части тела, вот почему тело нагревается во время физических упражнений.

ГОМЕОСТАЗ

У людей довольно постоянная температура тела, которая при нормальных условиях поддерживается независимо от внешней окружающей среды. Подобное поддержание постоянной внутренней среды, несмотря на изменения внешней, известно под названием «гомеостаз».

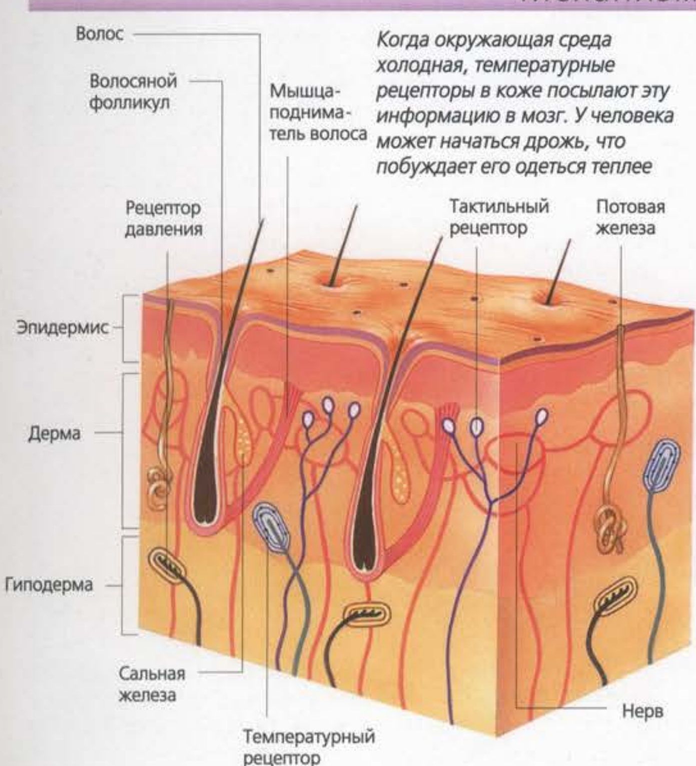
Одним из преимуществ поддержания постоянной температуры тела является то, что опасность перегрева значительно снижается.

Случаи чрезмерного перегрева могут стать причиной конвульсий и смерти, так как нервные пути блокируются и прекращается активность жизненно важных белков.



На термограмме показано распространение тепла по телу после физических упражнений. Самые горячие участки белого цвета, за ними следуют желтый и пурпурный; самые холодные участки красного, синего и черного цветов

Механизм нагревания



Когда окружающая среда холодная, температурные рецепторы в коже посылают эту информацию в мозг. У человека может начаться дрожь, что побуждает его одеться теплее

Нормальная температура человеческого тела – в диапазоне от 35,6 до 37,8 °С. Для поддержания этого режима температура контролируется частью мозга – гипоталамусом. Он действует с помощью механизма обратной связи, аналогичного тому, что используется в регуляторе домашней системы отопления. Когда наружная окружающая среда начинает охлаждать тело, температурные датчики в коже посылают эту информацию в гипоталамус, и человек начинает ощущать холод. Затем эта информация передается другим частям мозга, инициирующим физиологические реакции, направленные на повышение тепловыделения и снижение потерь тепла.

Некоторые реакции на ощущение холода – осознанные. Например, человек начинает делать резкие движения, прыгать, надевает дополнительную одежду или переходит в теплое место. Другие реакции возникают спонтанно. Появляется дрожь, когда мышцы тела сокращаются и расслабляются очень быстро, выделяя тепла в четыре раза больше, чем в спокойном состоянии. Одновременно увеличивается выработка адреналина, от чего усиливается интенсивность обмена веществ – расщепляется запасенная организмом глюкоза – источник энергии, вырабатывается больше тепла.

РЕГУЛИРОВАНИЕ ПОТЕРЬ ТЕПЛА

Для снижения потерь тепла на поверхности тела капилляры вблизи поверхности кожи сжимаются, из-за чего меньше крови поступает к коже и она бледнеет. В это же время крохотные мышцы, прикрепленные к волосяным фолликулам, сокращаются, в результате чего волосы на коже поднимаются. У большинства млекопитающих происходит удержание слоя теплого воздуха вблизи кожи, но поскольку у людей волосы на коже редкие, подобная пилоэрекция слишком слабо влияет на потерю тепла, а лишь способствует образованию «гусиной кожи».

Механизмы контроля температуры

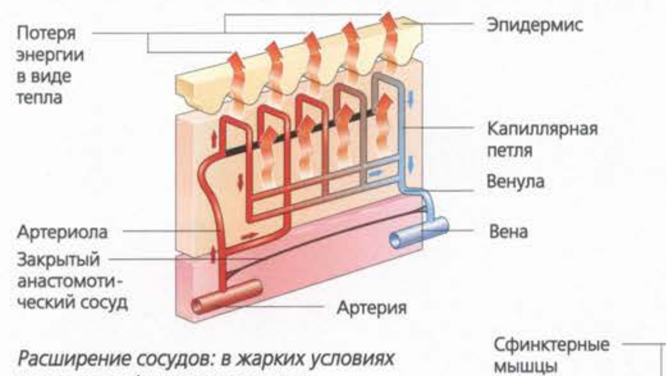
В нашей коже присутствуют тысячи рецепторов, следящих за общей температурой тела. Эти датчики определяют изменения в окружающей среде и предупреждают об этом мозг, который, в свою очередь, стимулирует дрожь или потение тела для поддержания гомеостаза.

РАСШИРЕНИЕ СОСУДОВ

Расширение сосудов – ключевой механизм для удержания и выделения тепла. При высокой температуре кровеносные сосуды расширяются, позволяя теплу выделяться, в результате чего на коже проступает румянец. Степень расширения кровеносных сосудов контролируется нервами, которые называются вазомоторными волокнами и контролируются мозгом.

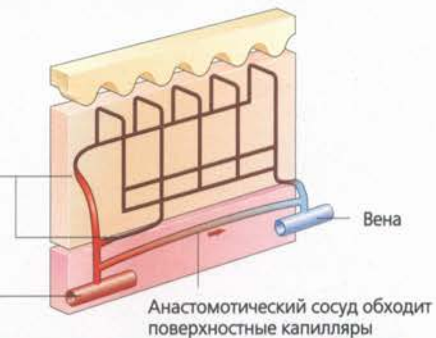
СУЖЕНИЕ СОСУДОВ

При низкой температуре предкапиллярные артериолы в верхних слоях кожи могут сужаться. Это уменьшает кровообмен и снижает потери тепла.



Расширение сосудов: в жарких условиях крохотные сфинктерные мышцы в стенках артериол расслабляются, позволяя крови приливать к поверхности. При расширении кровеносных сосудов кожа краснеет

Сужение сосудов: В холодных условиях сфинктерные мышцы сокращаются, в результате чего кровь обходит капилляры, и это предотвращает ее приток к поверхности. Кожа при этом выглядит бледнее, чем обычно



Механизм охлаждения

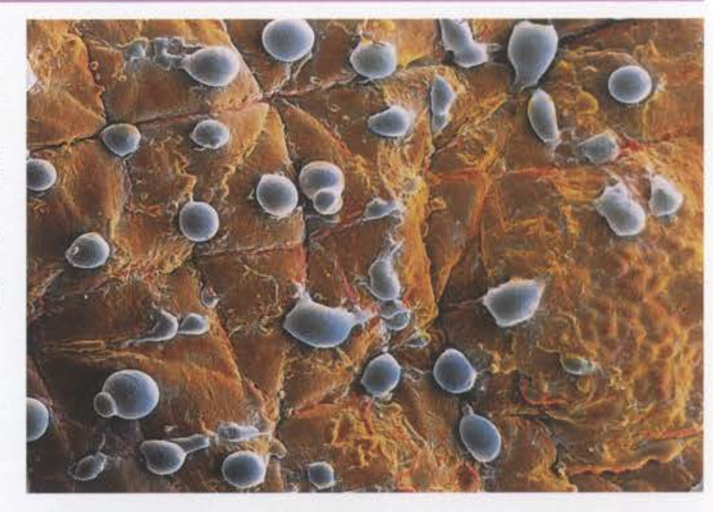
Температура тела обычно выше температуры окружающего воздуха. Таким образом, тепло уходит в окружающую среду в результате излучения и конвекции, когда потоки воздуха проходят над поверхностью кожи.

Однако если тело становится слишком теплым благодаря высокой наружной температуре или внутреннего жара, тепловые датчики отправляют нервные импульсы в гипоталамус, и мозг инициирует меры по охлаждению.

Кровяные капилляры вблизи поверхности кожи расширяются, поток крови увеличивается, и больше тепла уходит через кожу наружу. Потовыделение также увеличивает теплоотдачу: по мере того как жидкость, выделяемая потовыми железами, испаряется, это создает охлаждающий эффект для кожи.

В сухом воздухе потовыделение работает очень эффективно: в условиях сухого воздуха человек может выдерживать температуру до 65° С в течение нескольких часов. Однако если воздух влажный, пот не может легко испаряться, и тело перегревается гораздо быстрее.

Цветная электронная микрофотография демонстрирует капельки пота (синие) на коже человека. Пот в виде раствора солей охлаждает тело



Жар и гипотермия

Жар, поднимающий температуру тела, может возникать в результате инфекции. Химические вещества, называемые цитокинами, выделяются белыми клетками крови и разрушают тканевые клетки. Эти химические вещества побуждают гипоталамус вырабатывать простагландины (гормоны, расширяющие кровеносные сосуды), которые, в свою очередь, «заново запускают» механизм термостатического контроля гипоталамуса для более высокой температуры. В результате включаются вырабатывающие тепло механизмы; даже при температуре тела 40° С пациент может испытывать озноб.

Симптомы гипотермии включают онемение, окоченение мышц и плохое психическое состояние. Если не прибегнуть к лечению, это может привести к потере сознания, повреждению головного мозга и смерти



Температура тела остается высокой до очищения организма от инфекции. В этот момент восстанавливаются обычные «настройки» гипоталамуса и включаются охлаждающие механизмы. Пациент потеет и покрывается румянцем в результате расширения кровеносных сосудов в коже. Исследования показывают, что жар одновременно усиливает действие иммунной системы тела и замедляет рост микроорганизмов.

Гипотермия возникает, когда температура внутри тела опускается ниже 35° С. Это происходит в результате воздействия на тело холода, и оно теряет способность поддерживать нормальную температуру. Ей более всего подвержены младенцы, пожилые и больные люди. Гипотермия обычно является результатом сочетания плохого питания и недостатка одежды в холодных условиях.



Экстремальные значения температуры тела воздействуют на умственное и физическое здоровье

Как тело выделяет пот

Пот выделяют потовые железы во время физических упражнений, стрессов и в условиях чрезмерной жары. Пот выделяют два вида желез, расположенных в дерме кожи.

Тело постоянно выделяет пот. Этот процесс является основным способом избавления тела от излишнего тепла.

Количество пота, выделяемого телом, зависит от эмоционального состояния и физической активности. Пот может выделяться в ответ на стресс, высокую температуру воздуха и физические упражнения.

ПОТОВЫЕ ЖЕЛЕЗЫ

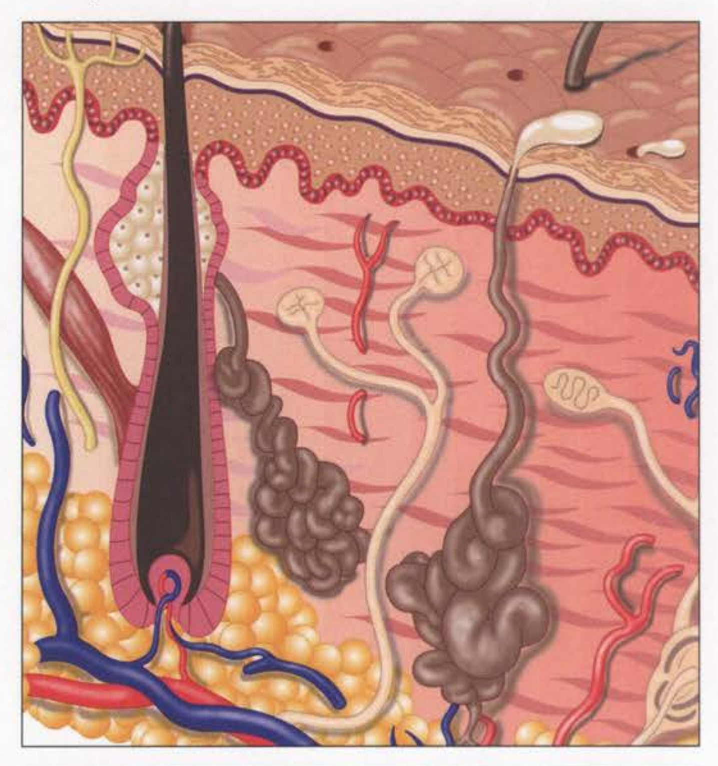
Пот вырабатывается потовыми железами. Они расположены в дерме кожи, рядом с нервными окончаниями и волосяными фолликулами. В среднем у каждого человека около 2,6 млн потовых желез, которые распределены по всему телу, за исключением губ, сосков и гениталий.

Потовые железы состоят из длинных, свернутых в спирали полых трубчатых клеток. Именно в спиральной части и вырабатывается пот. Имеется еще длинный проток, соединяющий железу с крохотными отверстиями (порами), расположенными на внешней поверхности кожи. Нервные клетки вегетативной нервной системы (часть автономной нервной системы) соединены с потовыми железами.

ТИПЫ ПОТОВЫХ ЖЕЛЕЗ

Существует два типа желез.

- Эккринная железа – наиболее многочисленная из потовых желез, присутствует во всем теле, особенно в ладонях, ступнях и во лбу. Активна с рождения.
- Апокринная железа – присутствует под мышками и вокруг половых органов. Она заканчивается волосяным фолликулом, а не порой. Она крупнее эккринной железы и активизируется при достижении зрелого возраста.



Пот выделяют железы в дерме. Они состоят из длинных, свернутых в спирали трубчатых клеток, соединенных с порами на поверхности кожи

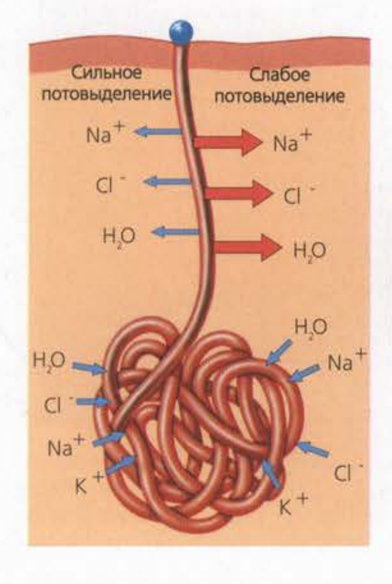
Образование пота

Стимуляция эккринной железы приводит к тому, что клетки, выстилающие железу, начинают выделять жидкость, аналогичную плазме, но без жирных кислот и белков. Она состоит главным образом из воды с достаточно высокой концентрацией натрия и солей хлора и низкой концентрацией калия.

Эта жидкость образуется в пространствах между клетками (промежуточные пространства), которые снабжаются жидкостью через кровеносные сосуды (капилляры) в дерме.

Жидкость выходит из спиральной части и подходит к прямому протоку. То, что дальше происходит с жидкостью, когда она достигает прямого участка потового протока, зависит от интенсивности выделения пота.

- Слабое потовыделение – в состоянии покоя и в прохладных условиях потовые железы не стимулируются на образование большого количества пота. У клеток прямого протока имеется время для абсорбции большинства количества воды и солей, поэтому на самом деле не так много жидкости достигает поверхности кожи в виде пота. Состав этого пота отличается от изначального: в нем меньше натрия и хлорида, но больше калия.
- Сильное потовыделение – происходит при повышенных температурах или во время физических упражнений. Клетки прямой части потового протока не имеют времени на абсорбцию всей воды, натрия и хлорида из первоначальных выделений. В результате большое количество пота достигает поверхности кожи, и его состав схож с изначальным.



H_2O	Вода
K^+	Калий
Na^+	Натрий
Cl^-	Хлорид

Компоненты пота варьируются в зависимости от температуры и активности. Если потовыделение слабое, то в поте содержится меньше солей

АПОКРИННЫЙ ПОТ

В апокринных железах пот вырабатывается аналогичным образом, но апокринный пот отличается от эккринного тем, что в нем содержатся жирные кислоты и белок. По этой причине апокринный пот гуще и молочно-желтого цвета.

ЗАПАХ

Сам пот не имеет запаха, но когда бактерии, присутствующие на волосах и коже, усваивают белки и жирные кислоты, присутствующие в апокринном поте, выделяется неприятный запах. Для его устранения применяются дезодоранты.

Роль пота

Когда пот испаряется, он забирает с собой излишнее тепло тела. В очень жарком климате потовые железы могут вырабатывать до трех литров пота в час.



Роль пота заключается в охлаждении тела. Пот с поверхности кожи испаряется в атмосферу, унося с собой излишки тепла.

ИСПАРЕНИЕ ТЕПЛА

Теплосъем в результате потения происходит в соответствии с законами физики. Тепло требуется для перехода воды из жидкого в газообразное состояние; когда пот испаряется, это тепло снимается с поверхности тела.

Однако не весь пот испаряется, значительное его количество стекает с кожи и поглощается одеждой. И не вся тепловая энергия, вырабатываемая телом, уходит с потом; часть энергии излучается непосредственно с кожи в воздух, а часть теряется вместе с дыханием.

ИНТЕНСИВНОСТЬ ИСПАРЕНИЯ

На интенсивность испарения пота влияет влажность. Например, если воздух влажный, то в нем уже испаряется вода и больше испаряться уже не может. В этом случае пот не испаряется и не охлаждает тело так, как в условиях сухого воздуха. Когда вода, содержащаяся в поте, испаряется, на коже остаются соли (хлориды натрия и калия), вот почему кожа может иметь соленый привкус.

В процессе потоотделения из организма удаляются не только вода, но и различные продукты метаболизма (мочевина, креатимин, аммиак, соли Na и K и даже соли ртути и мышьяка).

ОБЕЗВОЖИВАНИЕ

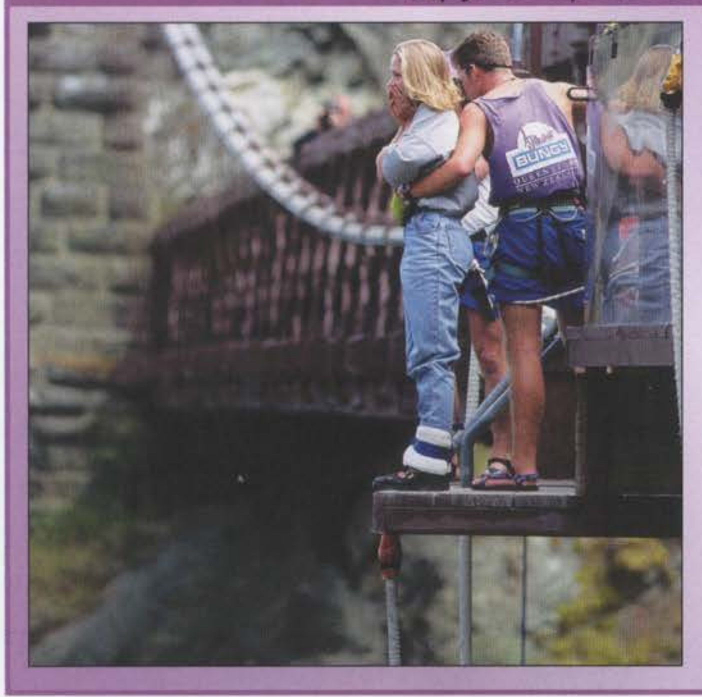
Тело, не привыкшее к очень высоким температурам, легко может вырабатывать один литр пота в час. На самом деле максимально тело может вырабатывать от двух до трех литров пота в час.

Вывод излишней воды и солей может привести к обезвоживанию, что вызывает нарушение кровообращения, плохое функционирование почек и тепловой удар. Поэтому важно при высоких температурах пить много жидкости.

Для спортсменов имеются специальные напитки, содержащие важные соли, которые замещают соли, выводимые в результате потовыделения.

В районах с большой влажностью, таких как тропические влажные леса, воздух уже насыщен водой. Поэтому пот меньше испаряется и тело плохо охлаждается

Другие причины потовыделения



Люди в стрессовых ситуациях потеют и при отсутствии высокой температуры. Это происходит из-за того, что адреналин стимулирует потовые железы

Потовыделение также возникает и в результате нервной активности или как признак заболевания.

Нервное потовыделение

Потовыделение – реакция на эмоциональное состояние. Если человек нервничает, напуган или встревожен, наблюдается усиление активности вегетативной нервной системы и увеличение выработки адреналина.

Адреналин воздействует на потовые железы, особенно на находящиеся на ладонях и под мышками, побуждая их выделять пот.

Это явление часто называют «холодный пот», его используют при проверке человека на детекторе лжи, регистрирующем изменения электрического сопротивления кожи.

Чрезмерная потливость

Чрезмерная потливость (гипергидроз) – заболевание, при котором выделяется слишком много пота. Точная причина этого заболевания не известна. Возможно, оно обусловлено следующими факторами.

- Сверхактивная щитовидная железа – гормоны усиливают обмен веществ и выработку тепла.
- Некоторая пища и медикаменты.
- Сверхактивность нервной системы.
- Гормональный дисбаланс – например, во время менопаузы.

Если проблема чрезмерной потливости становится серьезной, возможно, потребуется операция по удалению симпатического нервного ствола – симпатэктомия.

Как работают легкие

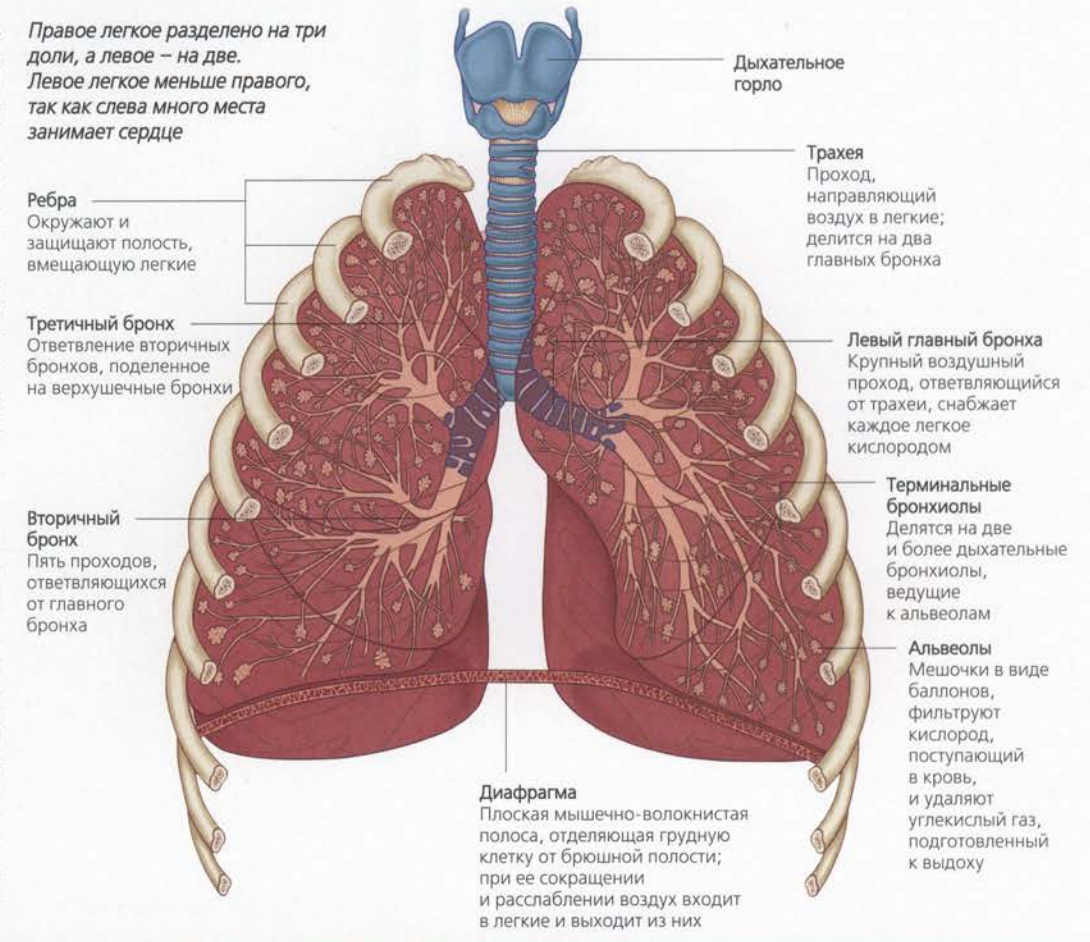
Легкие, занимающие большую часть грудной полости, имеют площадь поверхности, равную площади теннисного корта. Они постоянно работают для поддержания жизни, снабжая тело кислородом и отфильтровывая из крови вредный углекислый газ.

Легкие – это большие парные, конусообразные, губчатые органы, выводящие отходы углекислого газа из тела и заменяющие их свежим кислородом. Воздух втягивается в легкие в процессе расширения грудной полости, а затем выходит из тела в результате сжимания грудной полости и выталкивания воздуха наружу.

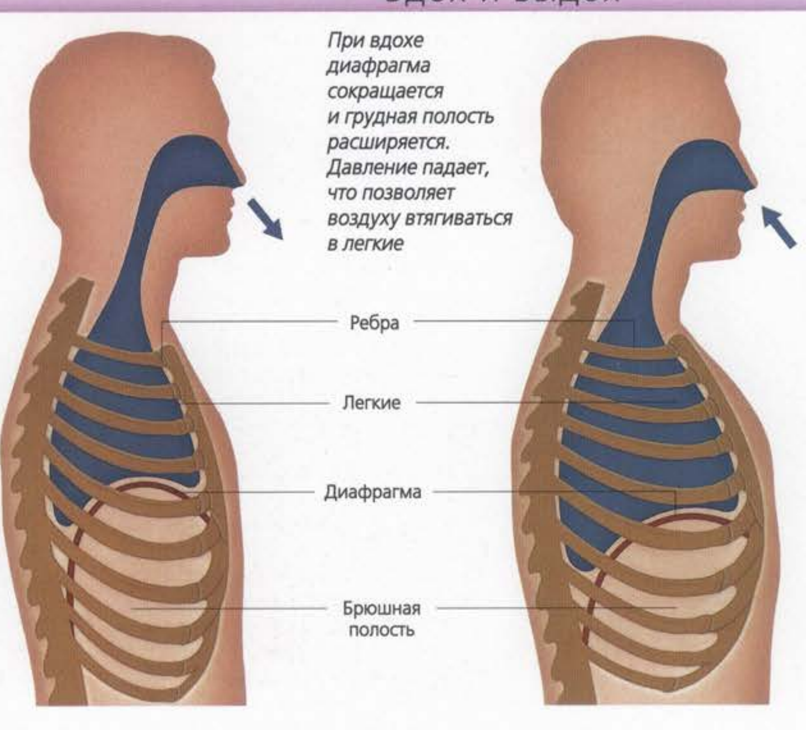
Легкие занимают большую часть грудной полости. Верхняя часть полости ограничена ребрами и межреберными мышцами. Основание полости ограничено диафрагмой – плоской полосой ткани, образующей стенку между грудной клеткой и животом.

ВНУТРИ ЛЕГКИХ

Внутри легких находится плотная, разветвленная, решетчатая сеть прогрессивно уменьшающихся трубок. Самые крупные трубки – это два бронха, соединенные с основанием трахеи. Внутри легких бронхи разделены на более мелкие ответвления, известные как бронхиолы и заканчивающиеся гроздьями крохотных воздушных мешочков, или альвеол. В целом в легких свыше 2 400 км воздухоносных путей, а поверхностная площадь внутри около 260 м², что эквивалентно площади теннисного корта.



Вдох и выдох



Легкие обладают естественной тенденцией к сжатию. Внутри грудной полости они удерживаются открытыми за счет поверхностного напряжения, создаваемого жидкостью, которую вырабатывает внутренняя плевральная оболочка. Для втягивания воздуха в легкие грудная полость расширяется. Мышцы диафрагмы сокращаются, от чего она становится плоской. Одновременно с этим сокращаются межреберные мышцы, продвигая ребра вверх и наружу. В результате этого давление в грудной полости снижается, легкие расширяются и втягивают воздух через рот или нос.

Когда межреберные мышцы расслабляются, ребра продвигаются вниз и внутрь, легкие сжимаются и выталкивают воздух. Одновременно с этим диафрагма расслабляется и втягивается в грудную полость. Чтобы вытолкнуть больше воздуха из грудной полости, могут использоваться брюшные мышцы.

Контроль дыхания

Объем легких у взрослого человека около 55 л, но в ходе нормального дыхания происходит обмен только 500 мл воздуха. Это связано с внутренним и наружным давлением.

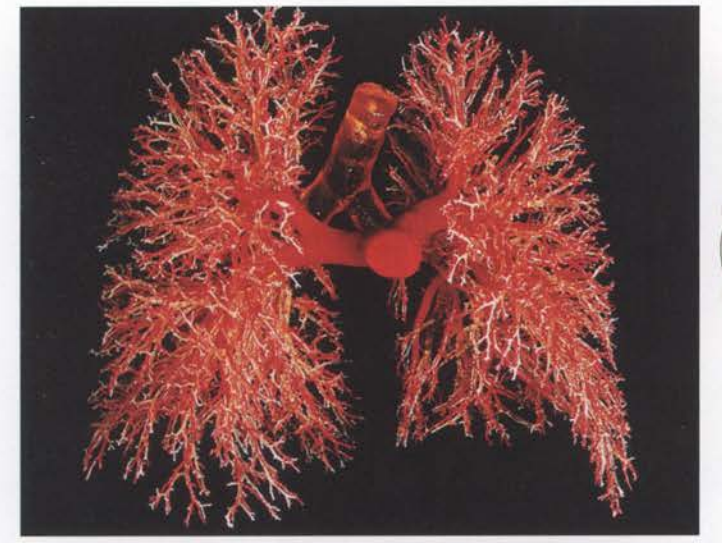
Хотя дыхание можно намеренно контролировать, дыхательные движения в основном представляют собой серии рефлекторных действий. Они управляются респираторным центром заднего мозга (часть мозга, регулирующая основные системы тела). Задний мозг имеет две зоны: инспираторный центр и экспираторный центр.

Нервные импульсы инспираторного центра вызывают сокращение межреберных мышц (которые осуществляют движение ребер) и диафрагмы. Это начало вдоха воздуха в легкие. Когда легкие расширились, рецепторы растяжения в стенках легких посылают обратные сигналы, начинающие затормаживать импульсы из инспираторного центра.

Одновременно с этим импульсы из инспираторного центра активируют экспираторный центр, который посылает назад замедляющие сигналы. В результате межреберные мышцы и диафрагма расслабляются, вдох воздуха заканчивается и начинается выдох. Теперь весь процесс готов начаться сначала.

Дыхание также контролируется и регулируется уровнем углекислого газа в крови. Излишний углекислый газ повышает кислотность крови. Это изменение кислотности определяется мозгом, и инспираторный центр начинает производить более глубокое дыхание, пока уровень углекислого газа не снизится.

Этот полимерный слепок легочных артерий и бронхов четко демонстрирует сеть сосудов, снабжающих легкие кровью и воздухом



Легкие в состоянии покоя: В состоянии покоя дыхательные мышцы расслаблены. Давление воздуха в трахее и бронхах равно атмосферному давлению (стандартное давление окружающей среды), и воздух не перемещается. Силы на легком и стенке грудной клетки скомпенсированы

Вдох. Во время вдоха мышцы сокращаются и грудная клетка расширяется. Давление альвеолярного воздуха становится меньше давления снаружи легких, и поток воздуха устремляется в легкие

Выдох. Во время выдоха мышцы расслабляются и легкие сокращаются. Это увеличивает давление альвеолярного воздуха до такой степени, что оно превышает давление воздуха снаружи легких. И воздушный поток устремляется из легких наружу

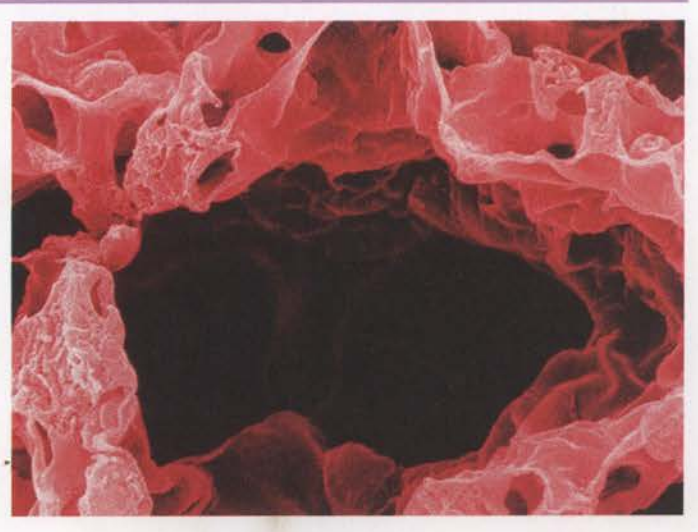
Условные обозначения

- (+) Давление альвеолярного воздуха выше, чем наружное
- (−) Давление альвеолярного воздуха ниже, чем наружное
- Синяя стрелка: Поток воздуха в легкие и из легких
- Черная стрелка: Внутренние или внешние силы, изменяющие давление
- Красная стрелка: Движение мышц

Газообмен

Газообмен происходит в альвеолах, которых насчитывается около 300 млн. Полностью расширенные легкие могут вмещать от 4 до 6 л воздуха, но обычно вдыхается и выдыхается гораздо меньший объем. В нормальном состоянии человек вдыхает и выдыхает около 15 раз в минуту, перемещая при каждом дыхании около 500 мл воздуха. Однако в возбужденном состоянии интенсивность дыхания может возрастать до 80 вдохов и выдохов в минуту, и объем перемещаемого воздуха увеличивается до 3–5 л.

Вдыхаемый воздух содержит около 21% кислорода. Внутри альвеол часть этого кислорода растворяется в поверхностной влаге и проходит через тонкую выстилку в кровь, где большая часть этого кислорода забирается гемоглобином красных кровяных клеток. В это же время углекислый газ, основная часть которого находится в кровяной плазме, поступает в легкие, где выделяется в виде газа, готового к выдоху. Выдыхаемый воздух содержит около 16% кислорода. Патология газообмена выражается в возрастании или снижении газообмена, характерных для различных заболеваний.



Пространства, видимые в этой сетчатой структуре легочной ткани, – это альвеолы, выполняющие главную роль легких, а именно газообмен

Как сердце качает кровь

Сердце взрослого человека за 24 часа совершает свыше 100 тыс. биений и перекачивает около 8000 л крови. Хотя сердце и является мышцей, но оно не устает, как другие мышцы, и никогда не отдыхает.

Сердце – это мощная мышца, выполняющая две жизненно важные задачи. Оно проталкивает кровь, обогащенную кислородом, во все части тела, а также перекачивает обескислороженную (использованную) кровь в легкие, где та снова обогащается кислородом.

Сердце поделено надвое прочной мышечной стенкой, которая называется перегородкой. Каждая половина, в свою очередь, поделена на две камеры – левая и правая верхние камеры известны как предсердия, а две нижние камеры известны как желудочки.

Каждая из этих четырех камер выполняет специфическую роль в обращении крови вокруг сердца, а затем в поступлении крови в тело и в легкие.

СЕРДЕЧНАЯ МЫШЦА

Стенка сердца состоит из трех слоев: эпикард (наружный слой), миокард (средний слой) и эндокард (внутренний слой). Миокард отвечает за сокращение сердца. Мышечные волокна расположены таким образом, что обеспечивают «выжимательное» движение, эффективно вытесняющее кровь из сердца.

Толщина миокарда варьируется в зависимости от давления, создаваемого в разных сердечных камерах. Миокардиальный слой правого желудочка – средней толщины, так как кровь только перекачивается через легочную артерию в легкие. Миокард левого желудочка гораздо толще, поскольку большее давление требуется для перекачки крови во все части тела. Миокардиальный слой предсердия относительно тонкий.

Внутренняя структура сердца

Крови требуется около минуты, чтобы пройти по всему телу, благодаря мощным сокращениям сердца. За среднюю жизнь сердце сокращается, без отдыха свыше 2,5 млрд раз

Клапан легочного ствола

Аорта
Переносит обогащенную кислородом кровь в тело. Ответвления аорты снабжают особые участки

Легочная артерия
Переносит обескислороженную кровь от правого желудочка в легкие

Левое предсердие
Камера, в которую из легких поступает свежая, обогащенная кислородом кровь, готовая к перераспределению по телу

Полая верхняя вена
Переносит обескислороженную кровь от головы и рук в правое предсердие

Клапан аорты

Сухожильные хорды
Выполняют роль «натяжных канатов», удерживающих открытыми створки клапана

Правое предсердие
Камера, где обескислороженная кровь входит в сердце

Левый желудочек
Камера, получающая кровь из левого предсердия и перекачивающая ее в аорту

Трехстворчатый клапан

Межжелудочковая перегородка
Прочная мышечно-волокнистая стенка, делящая сердце пополам

Эндокард
Тонкая мембрана, выстилающая внутренние структуры сердца

Полая нижняя вена
Переносит обескислороженную кровь от нижней части тела в правое предсердие

Миокард
Участок мышечных волокон, обеспечивающий сокращение или биение сердца

Перикард
Похожая на сумку мембрана, окружающая и защищающая сердце

Эпикард
Тонкий мембранный наружный слой сердечной стенки

Правый желудочек
Камера, в которую обескислороженная кровь поступает из правого предсердия

Нисходящая аорта
Снабжает обогащенной кислородом кровью нижнюю часть тела и конечности

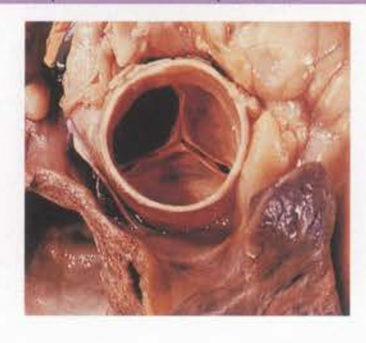
Контроль потока крови в сердце

Поток в камерах сердца контролируется четырьмя клапанами. Атриовентрикулярные клапаны (трехстворчатый и митральный, или двустворчатый, клапаны) находятся между предсердием и желудочками. Два клапана с полулунными заслонками расположены в отверстиях легочной артерии и аорты. Легочная артерия переносит кровь в легкие; аорта несет кровь в органы и ткани тела.

Сердечные клапаны обеспечивают ток крови только в одном направлении.

Когда давление достигает критической точки, клапаны открываются и пропускают кровь.

Когда сердце расслабляется между сокращениями, клапан аорты и клапан легочного ствола остаются плотно закрытыми, но атриовентрикулярные клапаны открыты.

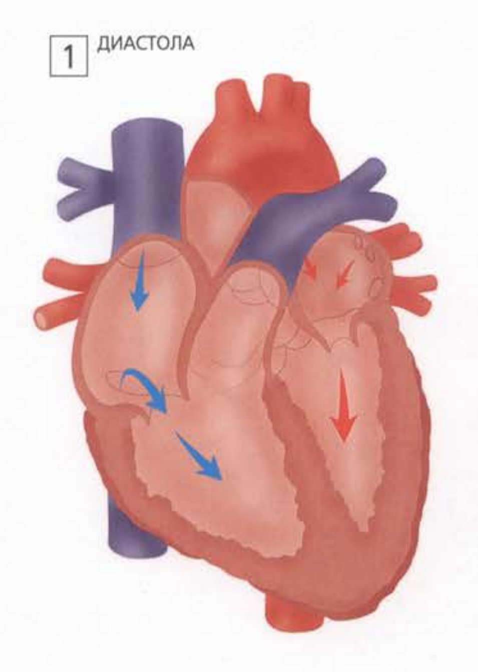


Обогащенная кислородом кровь поступает в левое предсердие сердца, затем проталкивается в левый желудочек и в конечном итоге перекачивается в артерии тела через аорту. Клапан аорты (на фотографии) имеет три полулунные створки. Назначение клапана – предотвращать обратный ток крови в левый желудочек, обеспечивая ток крови через сердце в одном направлении

Цикл сердцебиения

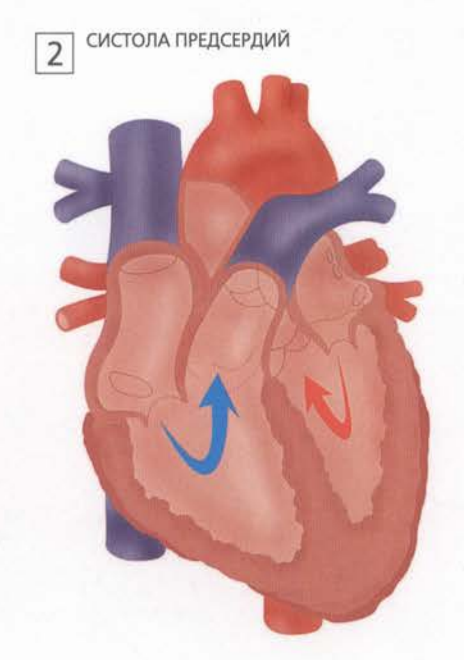
Каждое биение нашего сердца включает три фазы. Когда сердечная мышца сокращается, кровь совершает полный круговорот во внутренних камерах. Одновременно с этим кровь перекачивается в органы и ткани тела или возвращается в легкие, где заново обогащается кислородом для повторного использования.

1 ДИАСТОЛА



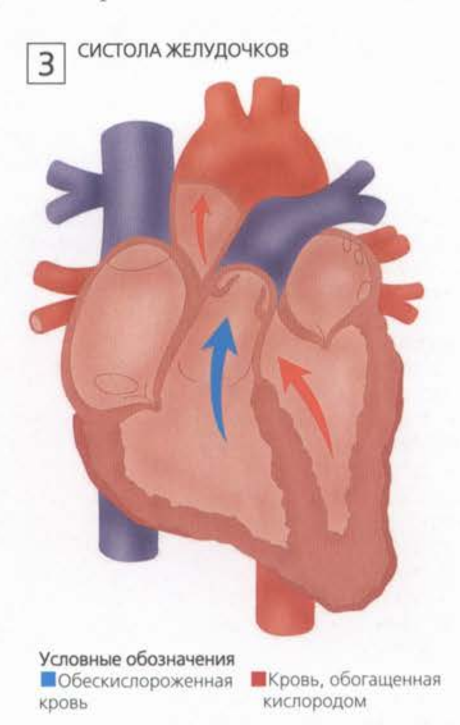
Во время первой фазы (диастола) обескислороженная кровь поступает в правое предсердие, а обогащенная кислородом кровь – в левое. Когда эти камеры заполняются, кровь перетекает в желудочки

2 СИСТОЛА ПРЕДСЕРДИЙ



В фазе систолы предсердий сердечные мышцы (миокард), окружающие предсердия, сокращаются, что, в свою очередь, приводит к опустошению двух камер предсердий, и кровь из предсердий выталкивается в желудочки

3 СИСТОЛА ЖЕЛУДОЧКОВ



Условные обозначения
Обескислороженная кровь
Кровь, обогащенная кислородом

Во время третьей фазы желудочки сокращаются. Клапаны открываются, кровь перекачивается в тело через аорту или поступает в легкие через легочную артерию. Теперь весь цикл может повториться

Обескислороженная кровь поступает в правую сторону сердца и перекачивается в легкие для повторного обогащения кислородом. Затем эта свежая кровь перетекает в левую сторону сердца, откуда она отправляется циркулировать по телу. Этот поток крови известен как большой круг кровообращения.

Предсердия и желудочки удерживают кровь, пока она перекачивается в сердце. В первой фазе сердцебиения обескислороженная кровь поступает в правое предсердие, а обогащенная кислородом – в левое, в результате чего обе камеры расширяются. Когда давление повышается, предсердия сокращаются и выталкивают кровь в оба желудочка. Это вторая стадия цикла сердцебиения.

В последней стадии по мере наполнения желудочков кровью давление в них возрастает. При достижении давлением критической точки кровь выбрасывается из сердца через аорту. Затем обогащенная кислородом кровь распределяется по органам и тканям тела, а обескислороженная кровь перекачивается в легкие.

Действие сердечной мышцы

Ритмические сокращения сердца вызываются «выжимательными» движениями сердечной мышцы. Уникальность сердечной мышцы в том, что она сокращается сама по себе. Она ритмически сокращается даже в том случае, если на короткое время удалить сердце из тела.

Процесс, вызывающий автоматическое сокращение сердечной мышцы, называется самовозбуждение.

Многие волокна сердечной мышцы демонстрируют это свойство, но особенно оно очевидно для волокон особой проводящей системы сердца, которая контролирует цикл сердцебиения.

Фазы цикла сердцебиения можно прослушать с помощью стетоскопа. Эта процедура называется аускультацией сердца.

У нормального человека сердце сокращается примерно 72 раза в минуту, и при каждом биении различимы два звука.

Первый звук вызывает закрытие митрального и трехстворчатого клапанов, а второй – закрытие клапана аорты и легочного клапана.

Ток крови в сердце и из сердца

Кровь поступает в правое предсердие через полую верхнюю вену, – большую вену, дренирующую использованную кровь из головы, шеи, рук и грудной клетки. Кровь также поступает из полой нижней вены, дренирующей кровь из остальных частей тела и из венечной пазухи сердца, дренирующей кровь из самого сердца. Насыщенная кислородом кровь выходит из сердца через аорту, разветвляющуюся в артериальную систему. С ее помощью питательные вещества и кислород поступают в клетки. Артерии делятся на артериолы и далее – на капилляры. Именно в них происходит обмен жидкостью, питательными веществами и отходами между тканью и кровью. Теперь в крови содержатся отходы, которые поступают в венулы и вены, затем в большие вены, через которые попадают в сердце.

Для функционирования сердце необходимо постоянно снабжать кислородом и питательными веществами. Эти питательные вещества переносятся кровью через коронарную артериальную систему. Две коронарные артерии (левая и правая) отходят к поверхности сердца. Ответвления этих систем распределены по поверхности сердца таким образом, чтобы мышечные волокна могли получать кислород и питательные вещества. Коронарные вены уносят использованную кровь и отходы в венечную пазуху.



Для эффективного функционирования сердца (изображено в поперечном разрезе) ему требуется много крови. Больше крови необходимо только мозгу

Как бьется сердце

В сердце имеется особая ткань, генерирующая внутреннее ритмичное биение. Мозг контролирует сердечный ритм, посылая нервные импульсы, меняющие этот врожденный ритм.

Будучи погруженным в раствор, содержащий питательные вещества, сердце будет долгое время продолжать биться, даже если его удалить из тела. Это обусловлено тем, что сердцебиение генерируется самим сердцем, а не является результатом электрических импульсов, посылаемых мозгом.

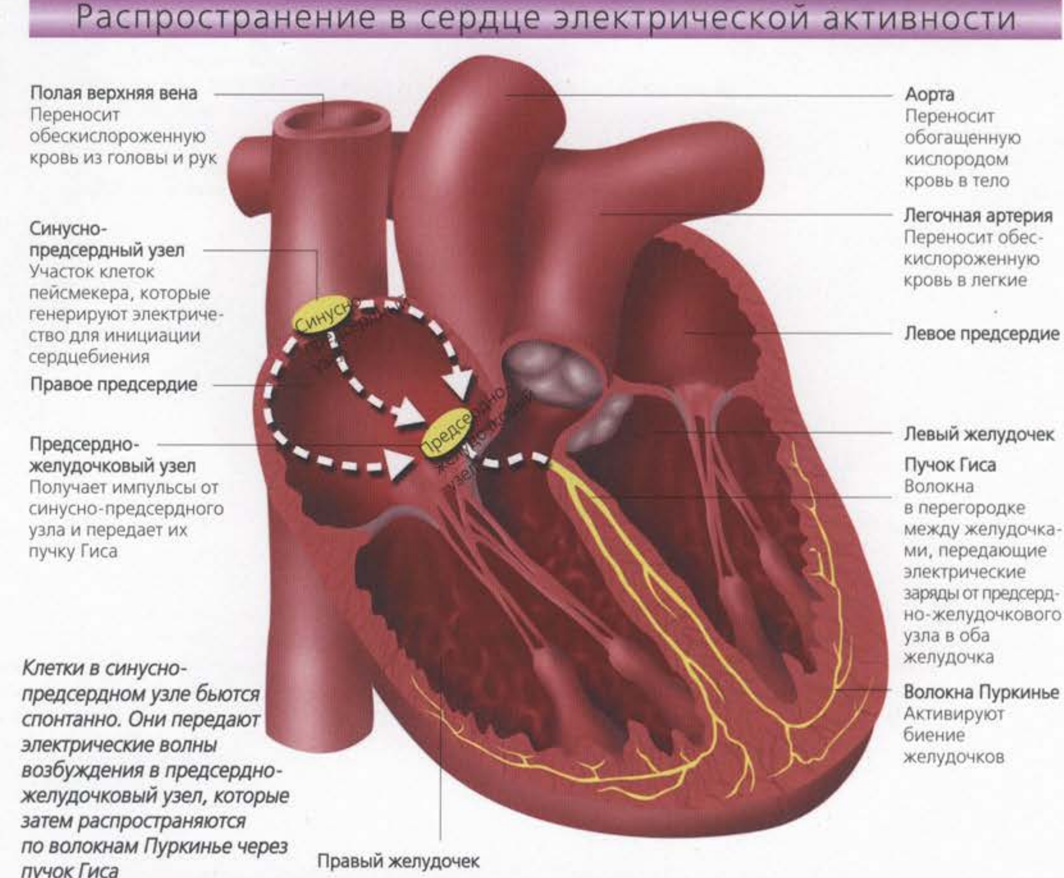
Особая ткань пейсмекер и электропроводящая система отвечают за генерирование электрической «искры», поддерживают сердцебиение и передают его в методичной последовательности через верхние и нижние сердечные камеры.

СИНУСНО-ПРЕДСЕРДНЫЙ УЗЕЛ

Главным пейсмекером сердца называется синусно-предсердный узел,– небольшой участок ткани, расположенный в правом предсердии (верхняя камера) сердца. Его длина около 20 мм, ширина около 5 мм. Особые электрические свойства клеток синусно-предсердного узла позволяют ему регулярно вырабатывать электрические «искры», инициирующие каждое сердцебиение.

Клетки сердечной мышцы соединены одна с другой так, что электрические разряды быстро переходят от клетки к клетке. Таким образом, когда клетки пейсмекера узла вырабатывают электрические импульсы, возникающие волны очень быстро распространяются по обоим предсердиям. Это приводит к синхронному сокращению предсердий, проталкивающих кровь в нижние камеры сердца – желудочки.

Распространение в сердце электрической активности



Клетки в синусно-предсердном узле бьются спонтанно. Они передают электрические волны возбуждения в предсердно-желудочковый узел, которые затем распространяются по волокнам Пуркинье через пучок Гиса

Сердце может долго сокращаться даже будучи удаленным из тела и погруженным в раствор, содержащий необходимые питательные вещества



Предсердно-желудочковый узел

Чтобы импульс достиг желудочков, он должен пройти через предсердно-желудочковый узел. Предсердно-желудочковый узел выполняет функции своего рода электрической распределительной коробки. Электропроводность в предсердно-желудочковом узле обычно меньше, чем в других участках. Как следствие, импульс задерживается при своем прохождении через предсердно-желудочковый узел приблизительно на 0,1 секунды при спокойном сердечном ритме. Это дает время желудочкам принять кровь, перекачиваемую в них во время сокращения верхних камер.

Из предсердно-желудочкового узла импульс поступает в пучок волокон между желудочками, который называется пучок Гиса. Пучок разделен на две ветви, входящие в сеть проводящих волокон, именуемых волокнами Пуркинье, быстро распределяющих электрическое возбуждение по желудочкам. Возбужденные желудочки сокращаются и выталкивают кровь в систему кровообращения. Таким образом, спонтанные электрические импульсы в синусно-предсердном узле вызывают сокращение желудочков.



Когда сердце перестает биться, его иногда можно снова «запустить» с помощью мощного электрического разряда

Как контролируется сердечный ритм

Мозг регулирует сердечный ритм парасимпатическими и симпатическими волокнами. Они адаптируют силу и продолжительность сердцебиения в спокойном состоянии, при выполнении физических упражнений и в состоянии повышенных эмоций. Электрическую активность сердца показывает электрокардиограмма.

Хотя сердцебиение возникает в ткани синусно-предсердного узла сердца, оно может регулироваться мозгом через серии нервных волокон. Эти волокна анатомически и функционально подразделяются на две группы:

- Парасимпатические нервы – понижают сердечный ритм.
- Симпатические нервы – повышают ритм и усиливают сердцебиение.

ПАРАСИМПАТИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ

В отсутствии влияния нервной системы врожденный ритм генерации импульсов пейсмекером составляет примерно 100 ударов в минуту. Это чуть выше, чем сердечный ритм в спокойном состоянии, насчитывающий около 70 ударов в минуту. Причина заключается в том, что парасимпатическая активность замедляет ритм автоматической выработки импульсов.

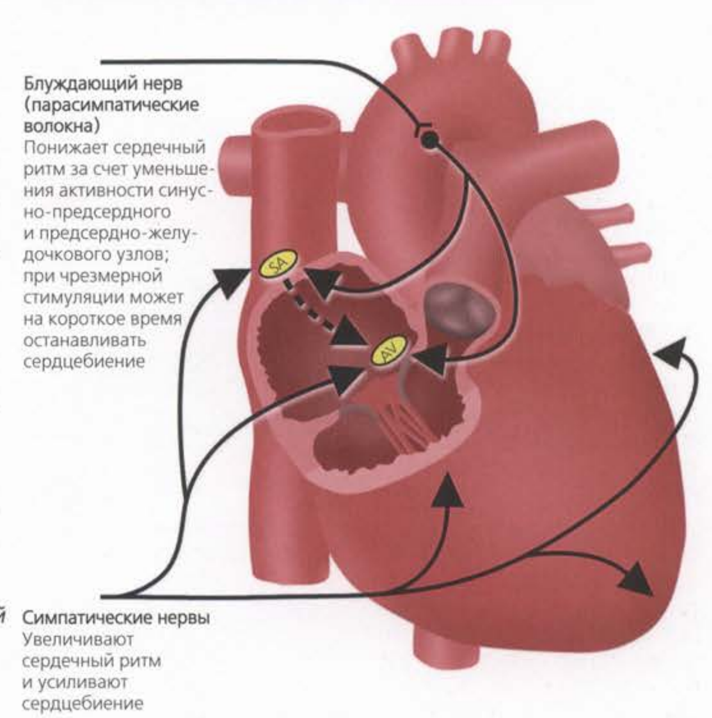
Считается, что в спокойном состоянии сердце находится в «вагальном» тонусе; это позволяет мозгу увеличивать сердечный ритм за счет снижения активности блуждающего нерва.

СИМПАТИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ

В случае необходимости повышенного кровообращения, например во время физических упражнений, симпатические волокна выделяют норадреналин, что ускоряет генерацию импульсов. Кроме того, повышается электропроводность пейсмекера, что позволяет желудочкам возбуждаться, а значит, и биться гораздо чаще.

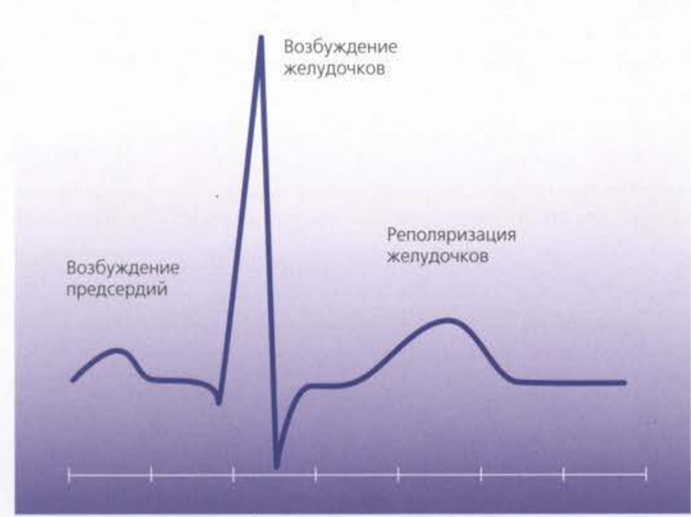
Точно так, как и физические упражнения, возбужденное состояние (например, страх) может увеличивать сердечный ритм за счет усиленной симпатической активности. Этого можно избежать с помощью «β-блокаторов», лекарств, блокирующих возбуждающее действие норадреналина и циркулирующего адреналина.

Нервный контроль сердца



Мозг способен изменять сердечный ритм и усиливать сердцебиение, используя симпатические и парасимпатические нервные волокна

Регистрация электрической активности сердца



ЭКГ демонстрирует запись работы сердца здорового человека. Прибор фиксирует последовательность событий во время сердцебиения

Последовательность электрических событий в ходе одного сердцебиения можно определять с помощью электрокардиограммы (ЭКГ).

ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ СОБЫТИЙ ВО ВРЕМЯ СНЯТИЯ ЭКГ

Во время каждого сердцебиения первым событием, отражаемым на ЭКГ, является комбинированное электрическое возбуждение ткани предсердия. Оно соответствует зубцу «Р» на ЭКГ. Затем следует период, во время которого происходит сокращение предсердия, и возбуждение проходит через предсердно-желудочковый узел.

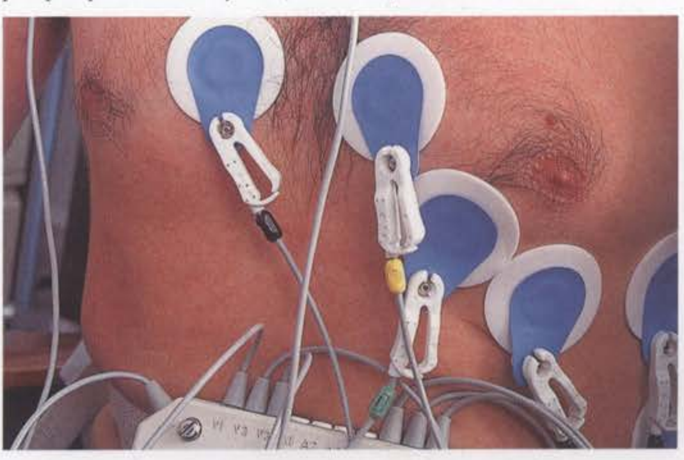
Следующее возбуждение желудочковой ткани дает отметку «QRS» на ЭКГ.

Желудочковая ткань остается равномерно возбужденной в течение 0,2–0,3 секунды, затем возвращается в прежнее состояние во время электрического восстановления (реполяризации), что соответствует зубцу «Т» на ЭКГ.

Для кардиолога отметки на ЭКГ являются ценной информацией при диагностировании ряда заболеваний, сопровождающихся ненормальным генерированием и распространением импульсов, так как в этом случае на ЭКГ присутствуют характерные изменения.

Ненормальные сердечные ритмы объединены общим названием – «аритмия» или «дисритмия», и их лечение включает ряд фармакологических и нелекарственных средств, направленных на восстановление нормальной длительности и ритма генерирования и проводимости импульсов.

Запись ЭКГ осуществляется с помощью электродов на коже. Провода соединены с монитором, отражающим изменения напряжения

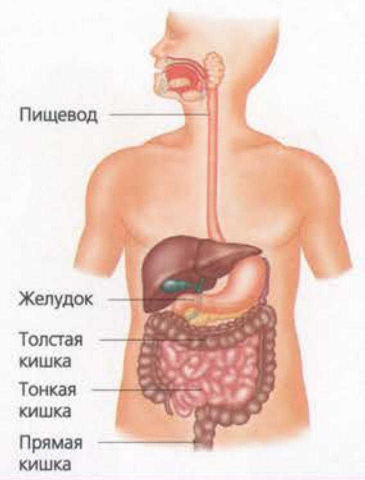


Процесс пищеварения

Процесс пищеварения включает в себя продвижение пищи по пищеварительному тракту, чтобы организм мог поглощать питательные вещества. Первой стадией процесса является поступление пищи изо рта в пищеварительный тракт.

Пищеварение – это процесс, в результате которого сложные химические соединения, содержащиеся в пище, расщепляются на более простые химикалии, поглощаемые организмом. Этот процесс происходит в пищеварительном тракте, состоящем изо рта, пищевода, желудка, тонкой и толстой кишок, прямой кишки.

Пищеварительный тракт включает структуры и соответствующие органы, связанные с пищеварением. Он проходит от рта до заднего прохода, поглощает питательные вещества и выводит отходы



ЖЕВАНИЕ

Пищеварение начинается во рту, где пища разжевывается на маленькие кусочки и смешивается со слюной. Язык – мышечный орган, способный совершать самые различные движения, – выполняет в этом процессе две основные функции. Во-первых, он перемещает пищу во рту и, действуя вместе с мышцами шеи и челюстей, продвигает пищу к зубам для пережевывания.

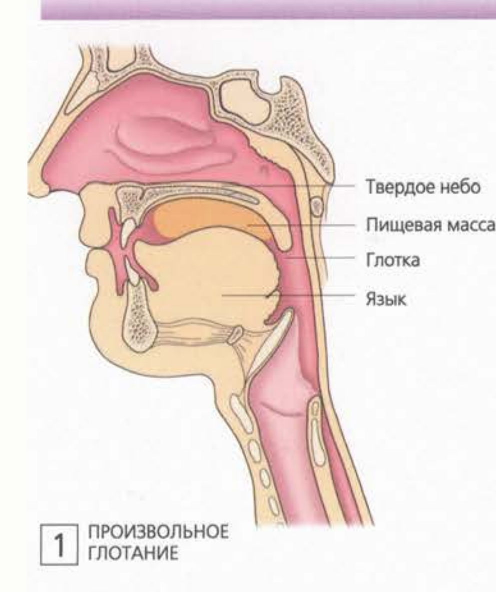
Язык также отвечает за вкусовые ощущения: его поверхность покрыта тысячами сосочков, увеличивающих поверхностную площадь, контактирующую с пищей.

ГЛОТАНИЕ

Первая стадия глотания находится под произвольным контролем. Когда жевание завершено, язык проталкивает пищу к твердому небу, и пища продвигается в заднюю часть рта, где превращается в мягкую массу (пищевая масса).

Затем пищевая масса проталкивается в глотку, где глотание происходит, как рефлекторное действие. Язык не позволяет пище возвращаться назад в рот, а мягкое небо поднимается и закрывает полость носа. Затем надгортанник закрывает трахею, и мышцы гортани проталкивают пищевую массу в пищевод.

Процесс глотания



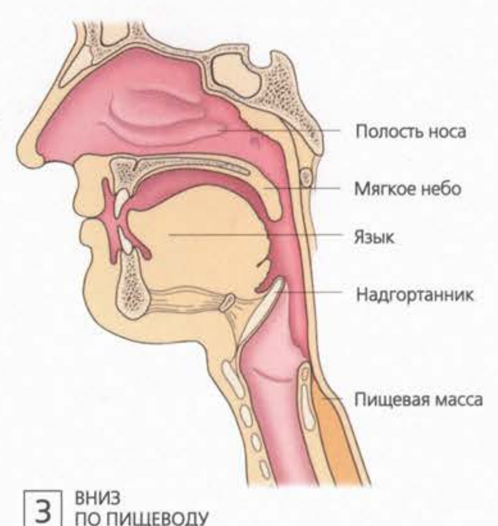
1 ПРОИЗВОЛЬНОЕ ГЛОТАНИЕ

На стадии произвольного глотания язык поднимается к твердому небу. При этом пищевая масса проталкивается в глотку



2 ПРОХОЖДЕНИЕ ЧЕРЕЗ ГЛОТКУ

Пока пищевая масса проходит через глотку, полость носа и трахея закрыты. Верхний сфинктер пищевода расслаблен



3 ВНИЗ ПО ПИЩЕВОДУ

Когда пищевая масса поступила в пищевод, сфинктер сокращается и проталкивает пищевую массу вниз по пищеводу к желудку

Функция слюны



На этой микрофотографии показана структура слюнной железы, расположенной под основанием языка. В розовато-лиловых участках находятся выводные протоки

Слюна – это водная секреция, выделяемая слюнными железами. В области лица и шеи находятся три пары слюнных желез, и еще множество более мелких желез в языке и выстилке рта.

Слюна содержит слизь, обволакивающую во рту пережевываемые кусочки пищи, что облегчает их прохождение в пищевод, где они проглатываются. Слюна также содержит лизоцим, который выполняет роль дезинфицирующего средства, и фермент птиалин, начинающий процесс пищеварения крахмалов, расщепляя их на дисахариды, такие как глюкоза и мальтоза.

Слюна выделяется постоянно (около 1,7 л ежедневно), но интенсивность ее выделения может изменяться в результате нервной стимуляции. Например, гораздо больше слюны выделяется при запахе пищи и когда пища во рту, а в стрессовых ситуациях интенсивность выделения слюны снижается, например, когда «во рту пересыхает от страха».

Продвижение пищи в желудок

Проглоченная пища в виде пищевой массы проходит вниз по пищеводу в желудок. Здесь она находится некоторое время до начала процесса химического разложения.

Пищевод

Пищевод – эластичная мышечная трубка длиной около 25 см, выстланная слизистыми мембранами, что облегчает прохождение пищи. Наружная стенка пищевода содержит продольные и кольцевые мышцы, обеспечивающие перистальтику, в ходе которой по трубке сверху вниз волнами проходят сокращения.



Последовательные мышечные сокращения (перистальтика) проталкивают пищевую массу по пищеводу в желудок

ПЕРИСТАЛЬТИКА

Присутствие пищевой массы автоматически инициирует перистальтику, и под воздействием сокращений пищевая масса постепенно продвигается к желудку.

Мышечные стенки пищевода не позволяют содержимому желудка подниматься из него вверх. Это эффективно обеспечивает сфинктер в нижнем конце пищевода; его структура не слишком отличается от структуры остальной стенки пищевода.

Желудок

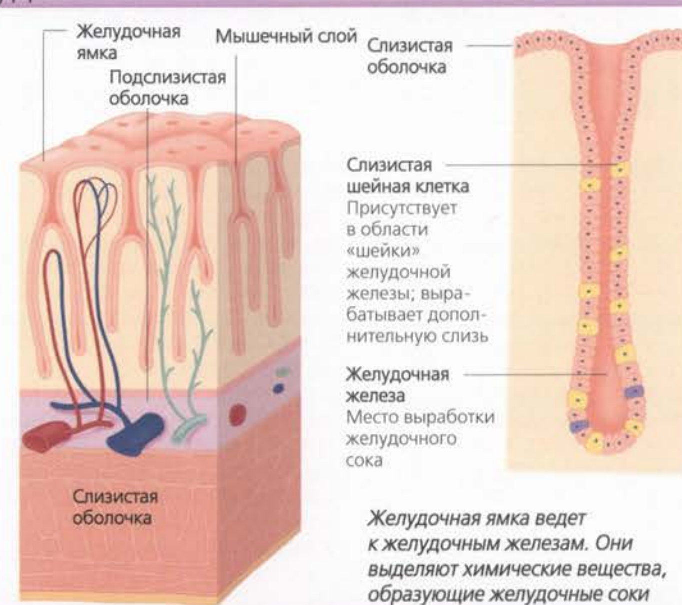
Желудок – это мышечный мешок, расположенный в верхней части живота. Он состоит из четырех областей: кардиа – часть, непосредственно примыкающая к пищеводу; дно желудка – верхняя куполообразная часть; тело желудка – главная центральная часть; область привратника – нижняя треть желудка. В нижнем окончании желудок отделен от тонкой кишки привратниковым сфинктером. Он открывается с интервалами, что позволяет части содержимого желудка поступать в кишку.

МЫШЕЧНАЯ СТЕНКА

Желудок служит резервуаром для пищи, в нем начинается процесс расщепления белков и жиров. Стенки желудка состоят из мышц, которые проходят вверх и вниз, поперек и по диагонали. Ритмичные сокращения этих мышц обеспечивают смешивание пищевой массы с желудочными соками, в результате чего образуется густая, жирная, кислотная жидкость, извест-ная как химус. В среднем в желудке содержится 1–1,5 л химуса, но желудок может расширяться и вмещать гораздо больше химуса.

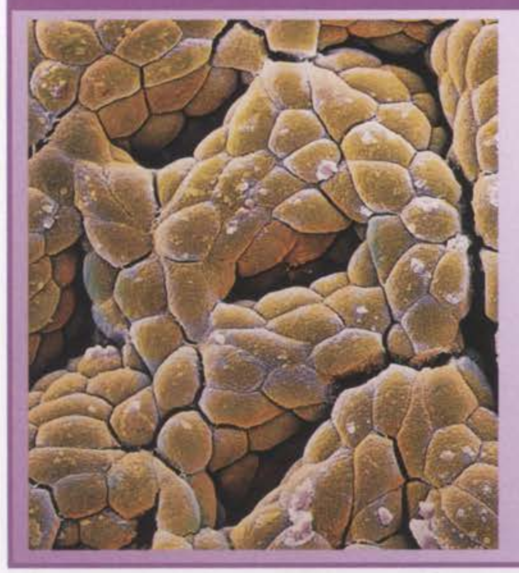
Когда желудок полон, он напоминает по форме боксерскую перчатку, длиной примерно 25–30 см и диаметром 10–12 см в самом широком месте. Когда желудок пуст, его стенки сокращаются, образуя внутренние складки в выстилающей слизистой оболочке.

Стенка желудка состоит из мышечного слоя, соединительной подслизистой оболочки и слизистой выстилки с миллионами желудочных ямок



Желудочная ямка ведет к желудочным железам. Они выделяют химические вещества, образующие желудочные соки

Пищеварительные соки



В стенке желудка заключены железы, содержащие различные секреторные клетки, вырабатывающие желудочные соки. Соляная кислота вырабатывается париетальными клетками, в основном присутствующими в теле и в дне желудка. Соляная кислота стимулирует работу желудочного фермента пепсина и помогает стерилизовать пищу, убивая большинство бактерий.

Выработка соляной кислоты стимулируется гормоном гастрин, выделяемым железами в антруме, нижней части желудка. Затем гастрин поглощается телом желудка и переносится кровью в париетальные клетки.

На подкрашенной микрофотографии показана структура выстилки желудка. Клетки на поверхности (зеленые) выделяют слизь; между ними глубокие «ямки» с желудочными железами

Желудочные соки содержат три фермента.

- Ренин: свертывает молоко и более важен для младенцев, чем для взрослых.
- Пепсин: начинает переваривание белков, расщепляя их на пептиды.
- Желудочная липаза: начинает преобразовывать жиры в жирные кислоты и глицерин.

Другая секреция – «внутренний фактор» позволяет поглощать витамин B_{12}, вещество, важное для функционирования большинства тканей.

Кислотность среды желудка достаточна, чтобы растворить даже бритвенное лезвие. Для предотвращения разъедания стенки желудка она защищена слоем щелочной слизи, и кроме того, клетки выстилки желудка постоянно заменяются с интенсивностью полмиллиона клеток в минуту; поэтому выстилка желудка полностью обновляется каждые три дня.

Как поглощается пища

Пищеварение начинается во рту и желудке, однако основная часть пищеварительного процесса проходит в тонкой кишке. Эта часть пищеварительного тракта разделена на три отдела: двенадцатиперстная кишка, тощая кишка и подвздошная кишка.

Общая длина тонкой кишки 6,5 м. Длина двенадцатиперстной кишки около 25 см, и именно здесь пищевая масса из желудка смешивается с пищеварительными соками. Длина тощей кишки около 2,5 м, она соединяется с подвздошной кишкой, составляющей остаток тонкой кишки. Участки кишки сменяют друг друга, но у тощей кишки более толстые стенки и диаметр крупнее (3,8 см).

Пищевая масса продвигается по кишке за счет перистальтики, и процесс пищеварения продолжается в тонкой кишке. Главной функцией тощей и подвздошной кишок является поглощение организмом продуктов пищеварения.

ПИЩЕВАРИТЕЛЬНЫЕ СОКИ

Пищеварительные соки двенадцатиперстной кишки содержат щелочной бикарбонат натрия, нейтрализующий кислоту, производимую в желудке, и создающий щелочную среду, что инициирует работу кишечных ферментов.

У пищеварительных соков двенадцатиперстной кишки два источника. Первый – железы в стенке двенадцатиперстной кишки, вырабатывающие ферменты мальтаза, сахараза, энтеропептидаза и эрепсин.

Второй – поджелудочная железа, которая в дополнение к своей эндокринной функции вырабатывает три пищеварительных фермента: липазу, амилазу и трипсиноген. Вместе эти ферменты продолжают расщеплять белки, сахара и жиры.

РАСЩЕПЛЕНИЕ БЕЛКОВ, ЖИРОВ И УГЛЕВОДОВ

Некоторые белки распадаются в желудке на пептиды (короткие цепочки аминокислот). В тонкой кишке энтеропептидаза активирует поджелудочный трипсин, продолжающий процесс расщепления белка, разбивая белки и пептиды на аминокислоты. Эрепсин двенадцатиперстной кишки преобразует пептиды в аминокислоты.

Расщеплению жиров способствуют соли, присутствующие в зеленоватой смеси – желчи, вырабатываемой печенью и хранящейся в желчном пузыре. Желчь поступает в двенадцатиперстную кишку через желчный проток. Соли желчи эмульгируют жиры, производя маленькие шарики, представляющие большую поверхностную площадь для фермента липаза, преобразующего жиры в жирные кислоты и глицерин.

Крахмал, не вступивший во взаимодействие с птиалином в слюне, теперь преобразуется в сахарную мальтозу поджелудочным ферментом амилазой. Мальтаза продолжает процесс, преобразуя мальтозу в глюкозу. Сахараза преобразует сахарозу в глюкозу и фруктозу.

Двенадцатиперстная кишка
С-образная трубка, окружающая головку поджелудочной железы

Желчный пузырь
Хранилище желчи

Пищевод

Желудок
Переваривает пищу

Толстая кишка

Поджелудочная железа
Позади желудка; выделяет пищеварительные соки в двенадцатиперстную кишку и инсулин в кровь

Тощая кишка
Соединяет двенадцатиперстную кишку с подвздошной кишкой

Подвздошная кишка
Заканчивается илеоцекальным клапаном в месте соединения тонкой и толстой кишок

Тонкая кишка начинается с двенадцатиперстной кишки, которая получает желчь из желчного пузыря и секреции из поджелудочной железы. Затем она продолжается в виде тощей и подвздошной кишок

Как поглощаются питательные вещества

Ворсина

Бокаловидные клетки
Выделяют слизь

Артерия

Вена

Кишечные крипты
Выстилка выделяет кишечный сок, переносящий питательные вещества

Лимфатический сосуд

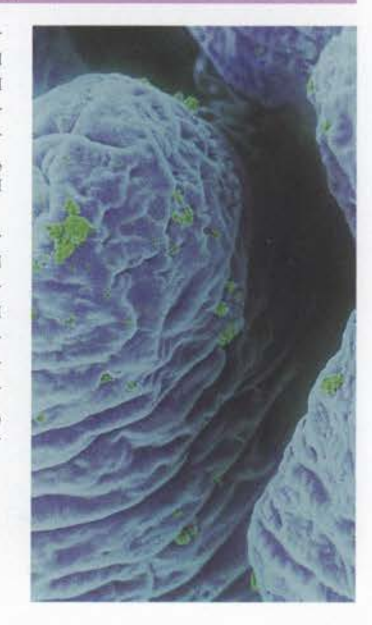
Разрез слизи, выстилающей стенку тонкой кишки, показывает структуру ворсин

Выстилка тощей и подвздошной кишок является основной абсорбирующей поверхностью для продуктов пищеварения. Общий объем жидкости, поглощаемый кишками ежедневно, составляет около 9 л. Около 7,5 л из этого объема абсорбирует тонкая кишка.

Внутренняя поверхность тощей и подвздошной кишок покрыта маленькими, похожими на пальчики выростами – ворсинами. Они выступают примерно на 1 мм в центре кишечной трубки. Назначение этих специально адаптированных структур – значительное увеличение поверхностной площади, на которой происходит процесс абсорбции.

Стенки каждой ворсины образованы длинными эпителиальными клетками. Внутри каждой ворсины располагается сеть мелких капилляров и один лимфатический капилляр – закрытая в конце трубка, соединенная с лимфатической системой тела.

Эпителиальные клетки поглощают продукты пищеварения вместе с литрами воды и переносят сахара и аминокислоты в кровь. Жирные кислоты и глицерин снова превращаются эпителиальными клетками в жиры, которые образуют белесую эмульсию, поступающую прямо в лимфатические капилляры.



Поверхностная площадь тонкой кишки увеличивается за счет ворсин. Здесь частицы пищи обозначены зеленым

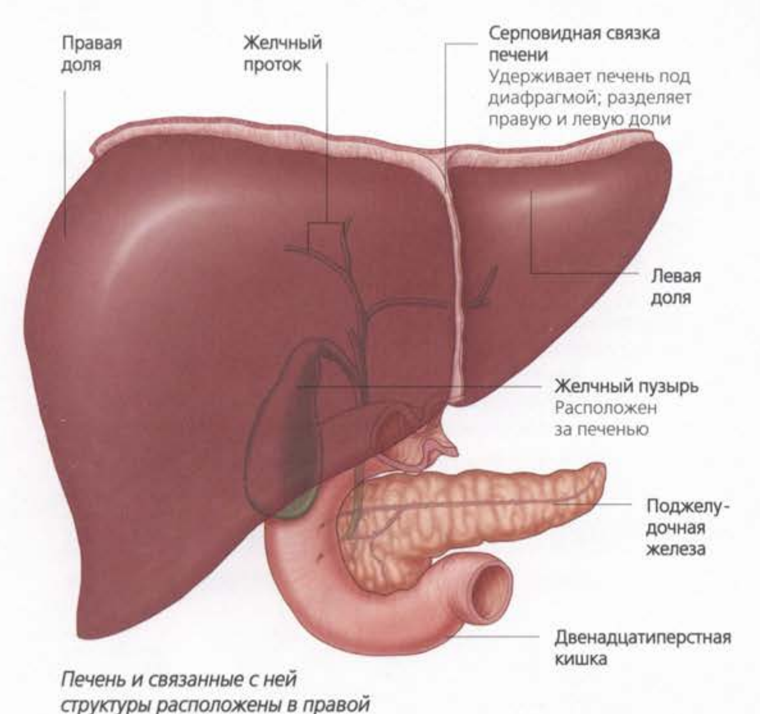
Роль печени в пищеварении

Хотя печень и не является частью пищеварительного тракта, она важна для переваривания пищи наряду с поджелудочной железой и желчным пузырем. Печень – это химический орган тела для обработки продуктов пищеварения.

Продукты пищеварения обрабатываются печенью. Химическая обработка происходит в клетках печени (гепатоцитах), выстилающих заполненные кровью пространства, известные как синусоиды, внутри печени.

Эти клетки выполняют несколько важных функций, включая регулирующую роль в поддержании нормального уровня глюкозы (сахара) в крови.

После еды в крови содержится большое количество глюкозы. Кровь поступает в печень через печеночную воротную вену, и клетки внутри печени отбирают излишки глюкозы из крови и хранят их в виде гликогена. Поскольку глюкоза используется во всем теле, в результате чего уровень сахара в крови снижается, печень постепенно снова превращает гликоген в глюкозу.



Печень и связанные с ней структуры расположены в правой части брюшной полости



На раскрашенной микрофотографии – функциональные единицы печени гепатоциты (коричневые) окружают синусоиды, через которые клетки крови (красные) попадают в вену

АМИНОКИСЛОТЫ

Аминокислоты, вырабатываемые во время пищеварения, не хранятся в теле. Некоторые из них тут же превращаются в белки. А не участвующие в этом процессе аминокислоты разлагаются в печени в результате другого процесса, который называется дезаминирование. Азот, который они содержат, используется для образования аммиака. Аммиак быстро превращается в мочевину, которая переносится кровью в почки, а оттуда выво-дится.

ФУНКЦИИ ПЕЧЕНИ

Печень также вырабатывает белки крови, такие как фибриноген, и содержит железо для производства пигмента гемоглобина. Печень также разлагает гемоглобин истощившихся красных кровяных клеток, вырабатывая при этом вещество, называемое желчью.

Желчь выводится через желчные канальцы и желчный проток, а затем хранится в желчном пузыре.

Печень – многофункциональный орган: если в организме не хватает каких-то определенных питательных веществ, печень может преобразовывать одни питательные вещества в другие. Углеводы могут превращаться в жиры, такие как холестерин, и храниться в таком виде, а некоторые аминокислоты могут превращаться в углеводы или жиры.

Печень также активно борется с токсинами, попадающими в тело (например, алкоголь), расщепляя их на безвредные составляющие.

Как образуются камни желчного пузыря

Камни желчного пузыря – это твердые частицы, образующиеся в желчном пузыре и желчном протоке. Отдельные камни могут быть очень маленькими, но некоторые достигают размера куриного яйца.

15% камней образуются в результате кристаллизации солей желчного пигмента. Это часто связано с чрезмерным разрушением красных кровяных клеток.

80% камней состоят из холестерина. Наличие излишнего холестерина в крови, по сравнению с тем количеством, которое способна выдерживать желчь, приводит к кристаллизации излишков холестерина в желчном пузыре.

Камни желчного пузыря обнаруживаются примерно у 30% взрослого населения, и главным образом у женщин.

На этом цветном рентгеновском снимке камень виден как удлиненное тело с ямочками. Он образовался в результате нарушения химического состава желчи



На раскрашенной микрофотографии камень показан на фоне стенки желчного пузыря. Камни могут не вызывать симптомов, пока не попадут в желчный проток

Как тело использует углеводы

Углеводы, известные еще как сахариды, используются в теле в качестве источника топлива, накопителя энергии и строительных блоков для более сложных молекул.

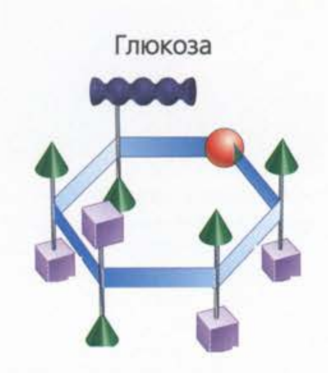
Углеводы состоят целиком из атомов углерода, водорода и кислорода. Они подразделяются, в зависимости от размера, на три основные группы: моносахариды, дисахариды и полисахариды.

МОНОСАХАРИДЫ

Наиболее распространенными моносахаридами являются фруктоза, галактоза и глюкоза. Из всех моносахаридов наиболее важна глюкоза, поскольку клетки тела не способны непосредственно усваивать любые другие моносахариды; сначала их требуется превращать в глюкозу и только после этого расщеплять для высвобождения энергии. Таким образом, уровень свободной глюкозы в теле очень важен.

Моносахариды

Глюкоза

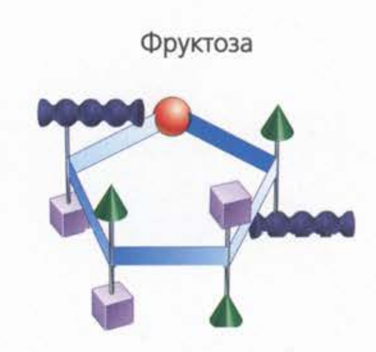


Глюкоза – важный углевод. Свободная глюкоза отсутствует во многих продуктах; она добывается путем расщепления сложных моносахаридов

Галактоза

Хотя галактоза имеет аналогичную глюкозе химическую структуру, клетки не могут усваивать галактозу, поэтому в печени она преобразуется в глюкозу

Фруктоза

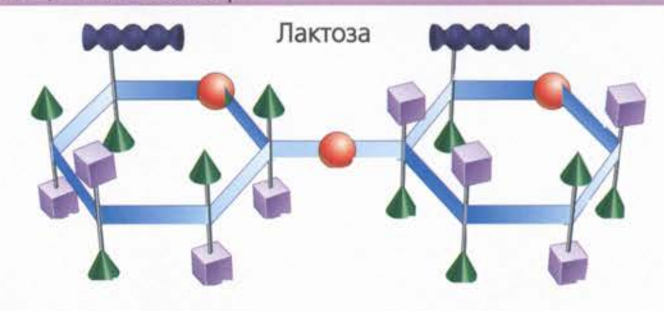


Фруктоза присутствует в сладких фруктах и фруктовых соках. Когда фруктоза химически соединяется с глюкозой, получается дисахарид сахароза (или «столовый сахар»)

Дисахариды – пищевой сахар

Сахариды состоят из двух соединенных молекул моносахаридов. Например, лактоза – дисахарид, присутствующий в молоке, – состоит из соединенных молекул глюкозы и галактозы. Лактоза – единственный дисахарид, вырабатываемый телом. Два других распространенных сахарида – это сахароза («столовый сахар») и мальтоза («солодовый сахар»).

Лактоза – это дисахарид, присутствующий в молоке и молочных продуктах. Люди с недостатком лактозы не могут переваривать лактозу



Сахариды – также важные компоненты многих комплексных молекул, включая хрящи и кости.

Эти соединения также присутствуют в небольших количествах в мембранах клеток.

Дисахариды состоят из двух молекул, соединенных вместе. Например, лактоза состоит из молекулы глюкозы, соединенной с молекулой галактозы

Полисахариды – запасы энергии

Полисахариды – длинные разветвленные цепочки моносахаридов, соединенные вместе. Большой размер делает их относительно нерастворимыми в воде, и это означает, что они остаются запертыми внутри клеток. Поэтому они представляют собой идеальные запасы энергии.

Особенно важны два моносахарида: крахмал и глицерин. Оба состоят из длинных цепочек молекул глюкозы.

■ Крахмал – основной долговременный запас углеводов для растений, а также важная часть диеты человека.

■ Глицерин, напротив,– продукт синтеза и используется как запас углеводов животными. В основном он присутствует в скелетных мышцах и в клетках печени. Когда уровень глюкозы в крови падает, глицерин быстро превращается в глюкозу.



В картофеле содержится большое количество крахмала, полисахарида, состоящего из нескольких молекул глюкозы

Как тело использует липиды

Липиды – это большая группа органических молекул (то есть содержащих углерод), нерастворимых в воде, но растворимых в спирте. Существуют три основные группы липидов: триглицериды, фосфолипиды и стероиды.

Триглицериды – долговременные запасы энергии

Триглицериды состоят из одной молекулы глицерина, соединенной с тремя длинными цепочками жирных кислот. Глицериновая основа у всех триглицеридов одинаковая, но состав цепочек жирных кислот варьируется, образуя большое количество различных триглицеридов.

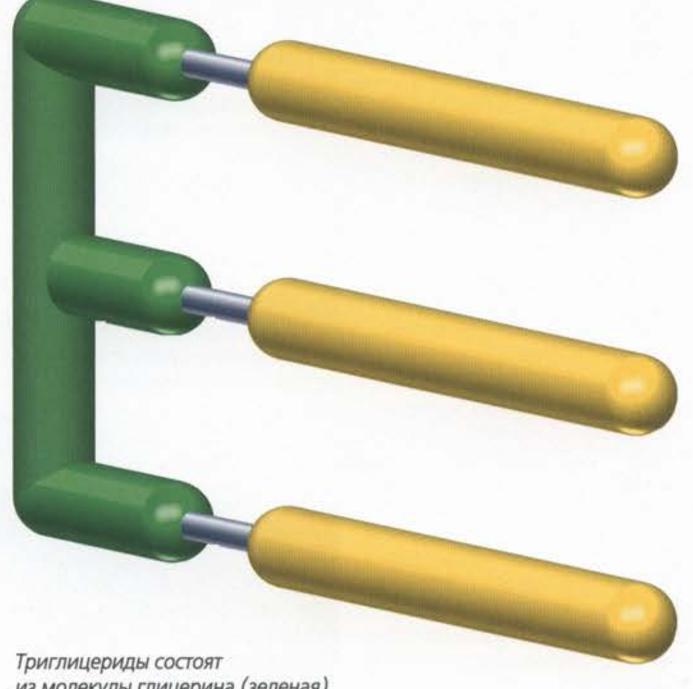


Жирные кислоты выделяют большое количество энергии, когда усваиваются клетками. Эти свойства вместе с тем фактом, что они не растворяются в воде, делают триглицериды превосходным источником энергии. И значительная часть потребностей тела в долговременной энергии обеспечивается жирными кислотами.

НАСЫЩЕННЫЕ И НЕНАСЫЩЕННЫЕ ЖИРЫ

Атомы углерода насыщенных жиров дополняются атомами водорода (то есть как бы «насыщаются» ими) и одинаковы для всех животных жиров. А в ненасыщенных жирах атомы углерода могут быть связаны с дополнительными атомами водорода. Именно количество связанных атомов водорода и определяет тип жиров – мононенасыщенные или полиненасыщенные.

Оливковое масло богато мононенасыщенными жирами. А подсолнечное содержит полиненасыщенные жиры



Триглицериды состоят из молекулы глицерина (зеленая), соединенной с тремя цепочками жирной кислоты (желтые)

Фосфолипиды – строительные блоки клеточных мембран

Фосфолипид

Клеточная мембрана

Фосфолипиды схожи с триглицеридами в том, что у них глицериновая основа. Однако, в отличие от триглицеридов, у фосфолипидов только две цепочки жирной кислоты; вместо третьей цепочки у них имеется фосфорсодержащая «головка».

«Хвост» фосфолипида (состоит из двух цепочек жирной кислоты) не имеет электрического заряда и поэтому не смешивается с водой (вода электрически заряжена), тогда как фосфорсодержащая «головка» смешивается с водой, поскольку имеет электрический заряд.

Эти свойства делают фосфолипиды идеальными строительными блоками для клеточной мембраны. Клеточные мембраны состоят из двух слоев молекул фосфолипидов; «гидрофобные» хвосты направлены друг на друга, тогда как «гидрофильные» головки направлены на воду, присутствующую и внутри, и снаружи клетки.

Фосфолипиды состоят из фосфорсодержащей головки (красная), глицериновой основы (зеленая) и двух цепочек жирной кислоты (желтые)

Стероиды

Структура стероидов совершенно отличается от структуры триглицеридов и фосфолипидов, хотя стероиды классифицируются как липиды, поскольку они жирорастворимые. Самым важным стероидом в человеческом теле является холестерин, так как он предшественник многих стероидных гормонов, необходимых для развития организма и долговременного здоровья. Другие стероиды, например половые гормоны, присутствуют в очень небольших количествах, но они необходимы.

Анаболические стероиды – производные полового гормона тестостерона. Одним из их физиологических эффектов является наращивание мышечной массы



Другие молекулы на основе липидов

Липиды также главные компоненты трех других важных групп молекул.

Жирорастворимые витамины

Жирорастворимые витамины включают витамины A, D, E и K. Поскольку они могут абсорбироваться только после соединения с находящимися внутри липидами, то все, что влияет на абсорбцию жира, также мешает абсорбции жирорастворимых витаминов.

Эйкозаноиды

Включают простагландины и лейкотриены, участвующие в воспалительных процессах, а также тромбоксаны, вызывающие сжатие кровеносных сосудов.

Липопротеины

Эти химические вещества переносят жирные кислоты и холестерин в кровоток.

Липопротеины бывают высокой и низкой плотности.

Как работают белки

Белки важны для структуры, роста и метаболизма человеческих и всех живых организмов. Их большие молекулы построены из более мелких частиц – аминокислот – и часто имеют очень сложные структуры.

Различные виды белков играют важные роли в теле человека. Структурные белки включают коллаген в соединительных тканях; кератин в коже; актин и миозин в мышцах; тубулин в клетках. Белки в мембранах клеток действуют как переносчики химических веществ в клетки и из клеток.

Другие белки включают ферменты, стимулирующие химические реакции внутри клеток, незаменимые гормоны и антитела, играющие важную роль в защите от болезней. Белки крови включают гемоглобин, альбумин и серии белков, обеспечивающих нормальное свертывание крови при травмах.

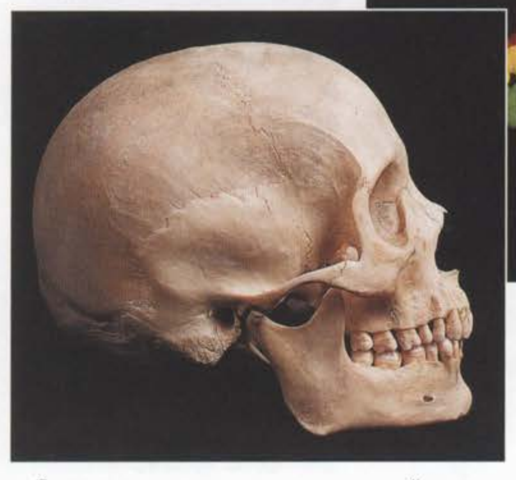
АМИНОКИСЛОТЫ – СТРОИТЕЛЬНЫЕ БЛОКИ

Как и все органические химические вещества, молекулы белка состоят в основном из атомов углерода, водорода и кислорода. Однако белки также содержат азот и во многих случаях – серу.

Основными единицами молекул белка являются аминокислоты. Существует всего 20 видов аминокислот, но они могут соединяться в многочисленные комбинации. Некоторые аминокислоты могут синтезироваться в теле; другие извлекаются из белков, содержащихся в пище. Для поддержания здоровья человек должен употреблять ежедневно, как минимум, 30 г белка.

Молекула аминокислоты состоит из центральной цепочки атомов углерода. В концах молекулы присутствуют две различные химические группы: в одном конце аминная группа; в другом конце – карбоно-кислотная группа. Аминная группа одной аминокислоты может соединяться химически с карбоно-кислотной группой соседней аминокислоты, выделяя в процессе молекулу воды, – это способствует образованию длинных цепочек аминокислот.

Эта модель коллагена изображает отдельные молекулы, как сферы. Коллаген присутствует в соединительных тканях, таких как кости и кожа



Череп, как и все кости, своей прочностью обязан сочетанию кальция и коллагена

Структура аминокислоты делает ее растворимой в воде и придает амфотерное состояние (она может действовать в растворе как кислота или как щелочь). Это позволяет противостоять изменениям кислотности и щелочности и действовать как буфер (регулятор pH), играя важную роль в гомеостазе – сохранении постоянной внутренней среды.

Образцом для производства белков является ДНК. Клетки синтезируют цепочки аминокислоты (основа белков) в рибосомах (структуры в клетке) с использованием молекулы, родственной ДНК, которая называется РНК.

ОСНОВНАЯ СТРУКТУРА

Последовательность аминокислот, собранных в рибосоме, определяет основную структуру белка (как последовательность бусин на нитке). Эта последовательность диктуется последовательностью, записанной в молекуле ДНК, и образует «скелет» молекулы белка.

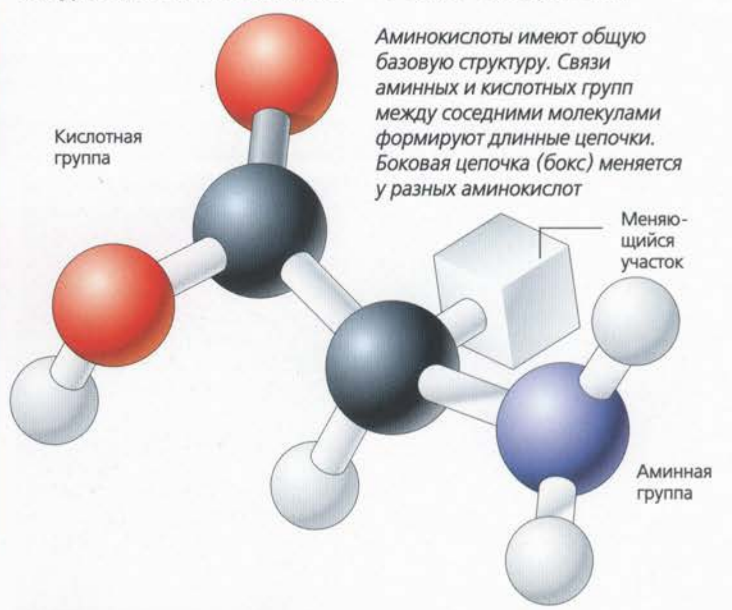
Денатурация белка

Обычно белки относительно стабильны. Их активность зависит от трехмерной структуры и связей, удерживающих молекулы вместе. Но эти связи чувствительны к таким факторам, как кислотность и тепло.

Когда белки утрачивают трехмерную форму, то есть подвергаются денатурации. Часто процесс денатурации можно остановить, и при восстановлении нормальных условий белки вновь обретают трехмерную форму. Однако если изменения pH или температуры слишком значительны, процесс денатурации становится необратимым.



Яичный белок состоит в основном из альбумина. При нагревании он из прозрачного превращается в непрозрачный, денатурируясь



Аминокислоты имеют общую базовую структуру. Связи аминных и кислотных групп между соседними молекулами формируют длинные цепочки. Боковая цепочка (бокс) меняется у разных аминокислот

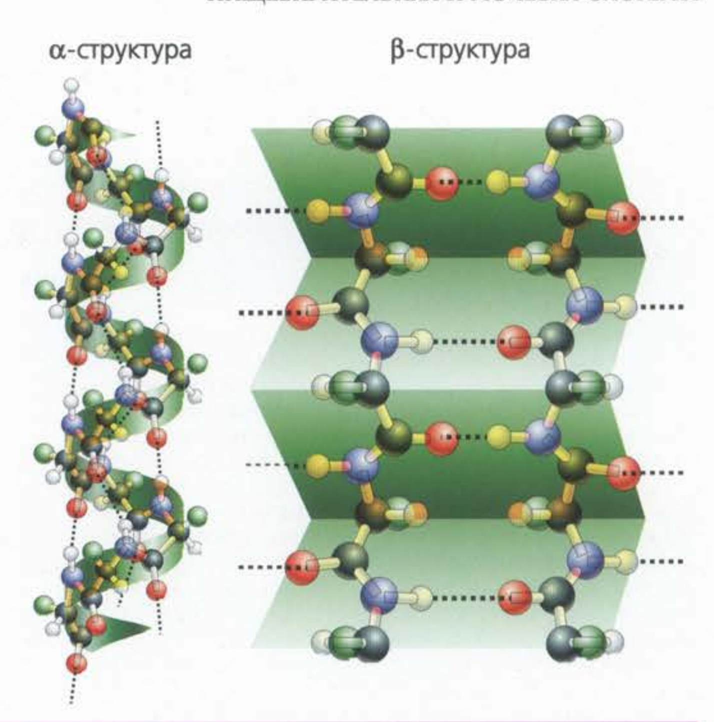
Образование белков

Последовательность аминокислот в белке определяет его трехмерную форму. Образующиеся формы и складки придают белкам определенные свойства.

ВТОРИЧНАЯ СТРУКТУРА

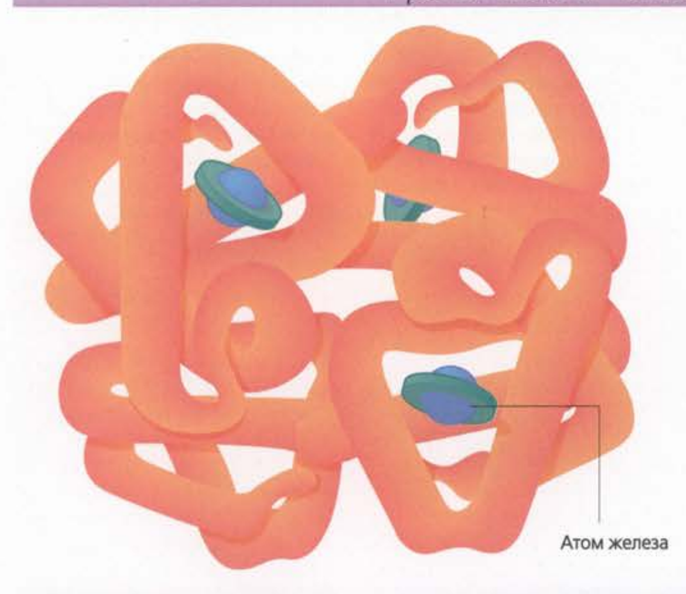
Когда длинная полипептидная цепочка (нить аминокислот) сформирована, она редко существует, как простая длинная цепочка, а стремится обрести сложную форму. Это результат действия химической связи, которая называется водородной связью, она относительно слабая, но достаточно прочная, чтобы придавать цепочке определенную форму. Атомы водорода образуют такие связи с другими атомами структуры, в результате чего создаются две характерные формы.

Наиболее распространенная форма – α-спираль с правосторонней намоткой. Она образуется в результате водородных связей между (примерно) каждой четвертой аминокислотой. Другая форма – β-структура, складчатый лист, плоская структура, где водородные связи образуются между двумя полипептидными цепочками, расположенными параллельно друг другу. В некоторых белках могут встречаться оба типа вторичной структуры.



В зависимости от последовательности аминокислот белки могут образовывать и длинные спирали (α-структура), и складчатые листы (β-структура)

Третичная и четвертичная структуры



Белок с очень длинной полипептидной цепочкой стремится к образованию дополнительной третичной структуры, наложенной на вторичную структуру. Это происходит, когда спирали, листы и другие связи в молекуле вкладываются друг в друга, образуя форму, похожую на шар. Структура сохраняется за счет сил притяжения, возникающих в результате близости химических групп друг к другу, особенно тех групп в аминокислотах, которые содержат атомы серы.

И наконец, белок может формировать четвертичную структуру, в которой две и более полипептидные цепочки, уже имеющие сложную третичную структуру, соединяются друг с другом и образуют еще более сложную молекулу.

Такая структура может еще усиливаться за счет связывания небелковых групп, например атомов железа, в дыхательном пигменте, содержащемся в эритроцитах крови, гемоглобине. В этом случае образуется четвертичная структура из четырех шарообразных полипептидных цепочек, каждая из которых включает в себя содержащую железо «небелковую» группу.

Общая конфигурация белка с третичной или четвертичной структурой очень специфична для белка и определяется первичной структурой, то есть последовательностью аминокислот.

Гемоглобин образует сложную шарообразную форму. Эта форма позволяет связывать атомы железа, что придает ей кислородосвязывающие свойства

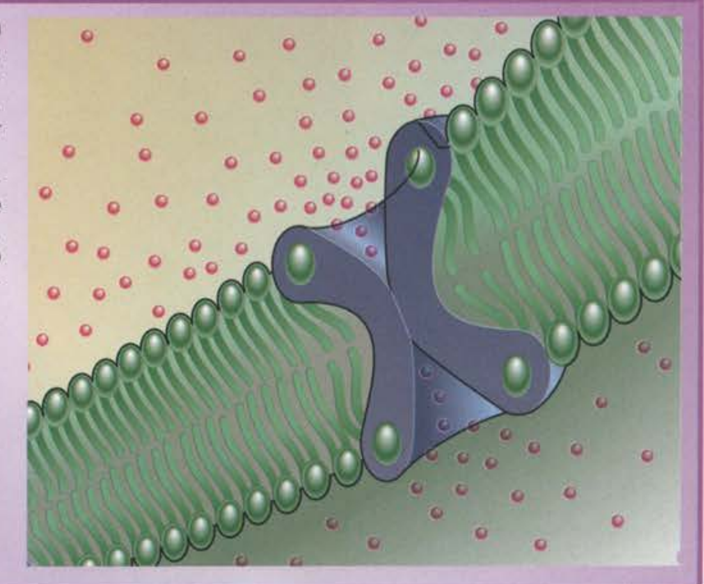
Фибриллярные и глобулярные белки

В зависимости от общей формы белки делятся на две группы. Фибриллярные, или структурные, белки напоминают нити веревки. Они стабильны, придают тканям тела прочность и поддержку. Большинство фибриллярных белков имеют вторичную структуру, но некоторые имеют и четвертичную. Коллаген, присутствующий во всех соединительных тканях, представляет собой тройную спираль из полипептидных цепочек. К фибриллярным белкам относят кератин, эластин и актин.

Глобулярные, или функциональные, белки химически более активны. Они растворимы в воде, имеют как минимум третичную структуру. Глобулярными белками являются ферменты.



Ногти человека и рога животных состоят из кератина. Этот белок обеспечивает прочность и стабильность



Глобулярные белки (Х-образная структура, справа) присутствуют в наружных мембранах клеток, контролируя обмен веществ

Роль жира

Жир выполняет в теле несколько важных функций, включая снабжение энергией. Однако наличие излишков жира может вызывать ожирение и сердечно-сосудистые заболевания.

Жир – крупнейший источник хранимой в теле энергии. Жир защищает органы, укрепляет суставы, способствует выработке гормонов и поглощению жирорастворимых витаминов.

ЗАПАС ЖИРА

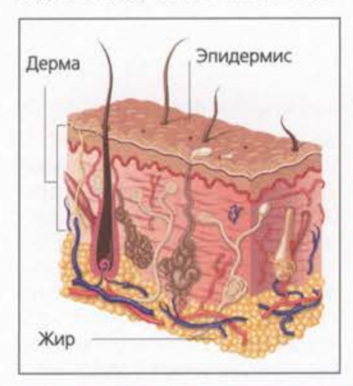
Жир (обычно в виде триглицеридов) является производным пищи и хранится в жировой ткани по всему телу. Часть жира хранится над почками, но основная часть находится сразу под дермой кожи, в подкожном слое с множеством кровеносных сосудов.

На распределение жира оказывает влияние пол человека.

■ У мужчин жир обычно хранится в области грудной клетки, живота и ягодиц.

■ У женщин жир хранится обычно в груди, в области бедер, талии и ягодиц.

Различное распределение жира обусловливают половые гормоны эстроген и тестостерон.



Большинство жира хранится в жировой ткани под дермой кожи. При отсутствии углеводов этот жир расщепляется и выделяется энергия

ВИДЫ ЖИРА

В организме два вида жира.

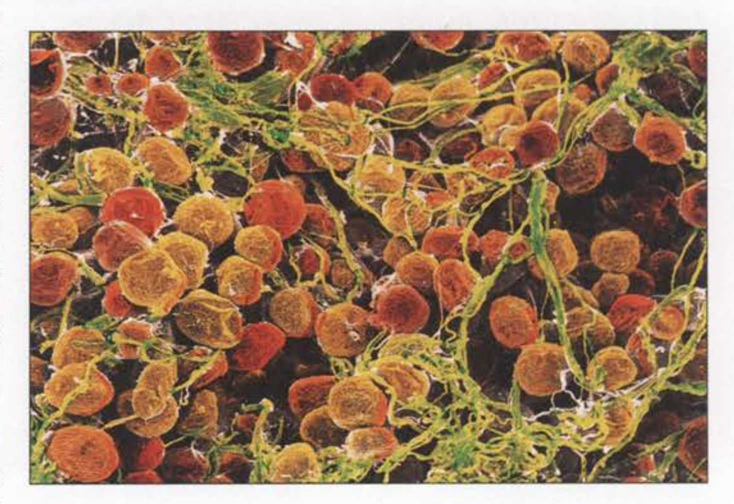
■ Белый жир – играет важную роль в энергетическом метаболизме, теплоизоляции, а также образует защитный слой для органов тела.

■ Бурый жир – в основном присутствует у новорожденных, играет важную роль в выработке тепла.

Жировая ткань состоит из жировых клеток, известных как адипоциты.

■ Клетки белого жира – это крупные клетки с одной большой каплей жира.

■ Клетки бурого жира меньше, в них множество маленьких капелек жира.



Жир, не используемый в процессе обмена веществ, хранится в жировых клетках (коричневые и желтые). Их поддерживает соединительная ткань

Переваривание и хранение жира

Чтобы любой компонент пищи был использован организмом, сначала его должны абсорбировать клетки тела. Клетки жира слишком большие, чтобы проходить непосредственно через мембраны клеток, поэтому сначала жиры расщепляются на составные части.

АБСОРБЦИЯ ЖИРА

Жиры абсорбируются следующим образом.

■ Пища, содержащая жир (в основном в виде триглицеридов), поступает в желудок и кишечник.

■ Желчные соли, вырабатываемые печенью, смешиваются с крупными каплями жира в процессе эмульгирования. Желчь расщепляет крупные капли жира на более мелкие (мицеллы). Это увеличивает поверхностную площадь капель жира и ускоряет их переваривание.

■ Тем временем поджелудочная железа выделяет липазы, ферменты, воздействующие на поверхность каждой мицеллы, расщепляя жиры на составные части: глицерин и жирные кислоты. Эти компоненты поглощаются клетками, выстилающими кишки.

■ Будучи поглощенными, компоненты жира снова сбиваются в микрочастицы, известные как хиломикроны. Они имеют белковое покрытие, что облегчает растворение в воде.

■ Поскольку хиломикроны слишком велики, чтобы проходить непосредственно сквозь стенки капилляров в кровоток, они сначала попадают в лимфатическую систему.

■ Лимфатическая система в итоге впадает в вены, и хиломикроны вливаются в кровоток.

ХРАНЕНИЕ ЖИРА

Хиломикроны присутствуют в кровотоке только несколько минут, а затем они снова расщепляются. Ферменты липопротеинлипазы (присутствуют в стенках кровеносных сосудов, питающих жировую ткань, мышечную ткань и сердечную мышцу) расщепляют жиры на жирные кислоты.

Активность этих ферментов зависит от уровня инсулина в теле.

■ Если уровень инсулина высокий, липазы очень активны, и жир расщепляется довольно быстро.

■ Если уровень инсулина низкий, активность липаз будет слабой.

Образующиеся жирные кислоты абсорбируются из крови жировыми клетками, мышечными клетками и клетками печени, где снова преобразуются в жировые молекулы и хранятся в виде капель жира. По мере возрастания в теле запасов жира число жировых клеток остается прежним, но размер их значительно увеличивается.



АБСОРБИРУЮЩИЕ МОЛЕКУЛЫ

Жировые клетки также могут абсорбировать другие пищевые молекулы, такие как глюкозу и аминокислоты (производные белка), и преобразовывать их в жир.

Жир из пищи поглощается жировыми клетками для выделения энергии. Прежде чем попасть в кровь, жир проходит через кишки и лимфатическую систему

Выделение энергии из жира

Тело получает энергию из жиров в результате липолиза. Этот процесс включает в себя расщепление жиров ферментами на глицерин и жирные кислоты.



Основным источником энергии для тела является глюкоза, которая обычно получается в результате расщепления углеводов, содержащихся в пище.

Однако в ходе физических упражнений, направленных на выработку выносливости, таких как ходьба или езда на велосипеде, тело использует жир в качестве богатого запаса хранимой энергии. Жирные кислоты также используются телом для получения энергии при отсутствии глюкозы.

ЭНЕРГИЯ, ПОЛУЧАЕМАЯ ИЗ ЖИРА

Энергия выделяется из жира в результате липолиза (расщепления жиров на глицерин и жирные кислоты). Этот процесс активируют ферменты (липазы) жировых клеток, которые контролируются различными гормонами, такими как глюкагон и адреналин.

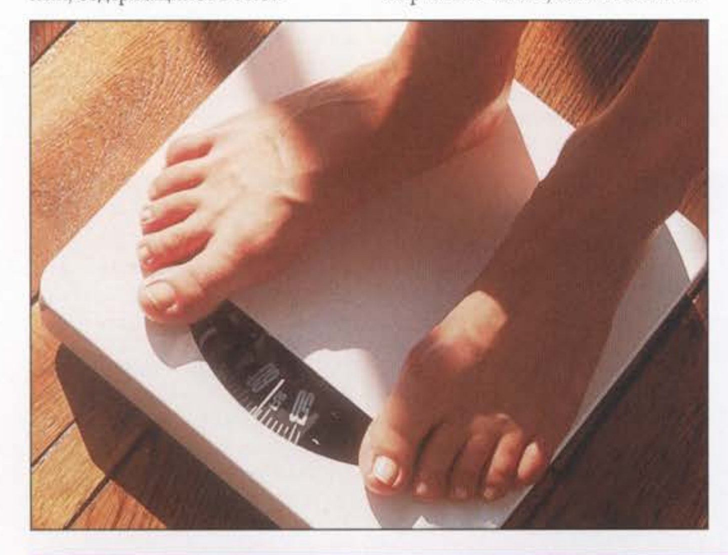
Образующиеся жирные кислоты попадают в кровь и переносятся кровотоком в печень. Оказавшись в печени, глицерин и жирные кислоты могут расщепляться далее либо преобразовываться в глюкозу.

При плавании на большие расстояния и упражнениях на выносливость жир используется в качестве «мышечного топлива»

Излишки жира в теле

Большинство диетологов рекомендуют диету, включающую около 35% жира. Но это должен быть ненасыщенный жир, такой как оливковое масло, а не насыщенный, содержащийся в мясе.

Ожирение определяется уровнем жира в теле; мужчины считаются тучными, если уровень жира у них выше 25%, а женщины – если этот уровень свыше 32%. Хотя жир очень важен, наличие его излишков связано с рядом заболеваний. Излишки жира приводят прежде всего к увеличению веса тела.



Люди становятся тучными, когда содержание жира в теле приближается к трети общего веса тела. Это может вызывать диабет и болезни сердца



ВЫСОКОЕ АРТЕРИАЛЬНОЕ ДАВЛЕНИЕ

У тучных людей повышенный уровень холестерина, они более подвержены атеросклерозу, при котором возникает угроза жизни, так как кровеносные сосуды закупориваются жировыми бляшками и кровь не поступает к важным органам.

Сужение кровеносных сосудов вынуждает сердце работать интенсивнее, в результате чего повышается артериальное давление. Повышенное артериальное давление связано с многими рисками для здоровья, включая сердечные приступы, почечную недостаточность и опасность инсульта.

ДИАБЕТ

Ожирение способствует возникновению диабета, поскольку разрушается баланс между уровнем сахара в крови, жира и инсулина.

Это происходит потому, что излишки сахара в крови хранятся в печени и других важных органах. Когда они «наполнены», излишки сахара преобразуются в жир. Переполненные жировые клетки принимают гораздо меньше сахара.

Поджелудочная железа вырабатывает все больше и больше инсулина, чтобы регулировать излишки сахара, которые тело не может усвоить, и в результате вся система перегружается.

Плохое регулирование уровня сахара в крови приводит к диабету, чьим результатом становятся сердечные приступы, почечная недостаточность и слепота.

Выработка тепла

Когда дети только рождаются, в их телах недостаточно жира, чтобы сохранять тепло тела. В их белых жировых клетках практически отсутствуют запасы жира.

Новорожденные дети вырабатывают тепло за счет расщепления жировых молекул на жировые кислоты внутри бурых клеток (вырабатывающие тепло клетки, присутствуют главным образом вокруг центральных органов):

- Жировые кислоты не покидают бурые жировые клетки (как в случае с белыми жировыми клетками), а остаются внутри них.
- Далее они расщепляются в митохондриях (часть клетки, вырабатывающая энергию).
- Митохондрии выделяют энергию в форме тепла. (Аналогичный процесс наблюдается у животных во время спячки.)

Когда ребенок начинает есть больше, образуются слои белого жира, а бурый жир исчезает.

У младенцев нет запаса жира, чтобы поддерживать температуру тела. Но у них есть вырабатывающие тепло бурые жировые клетки



Как тело использует витамины

Для роста и поддержания здоровья телу требуются все тринадцать витаминов. Долговременный дефицит, вызванный кишечными расстройствами или алкоголизмом, может привести к серьезным заболеваниям.

Витамины – органические соединения (углеродосодержащие), присутствующие только в живых организмах. Для поддержания эффективного функционирования организма они требуются в небольших количествах.

Витамины действуют как катализаторы: они соединяются с белками и образуют ферменты, активирующие в теле важные химические реакции.

ИСТОЧНИКИ ВИТАМИНОВ

Термин «витамин» впервые использовал в 1912 г. химик Казимеж Функ, написавший, что определенные заболевания связаны с недостатком в пище особых веществ.

Витамины были названы веществами, которые абсолютно необходимы для жизни, но не могут вырабатываться телом. Дальнейшие исследований показали, что исключение составляют витамин D, который может синтезироваться кожей при воздействии солнечных лучей, и ниацин (PP), способный в крохотных количествах синтезироваться печенью.

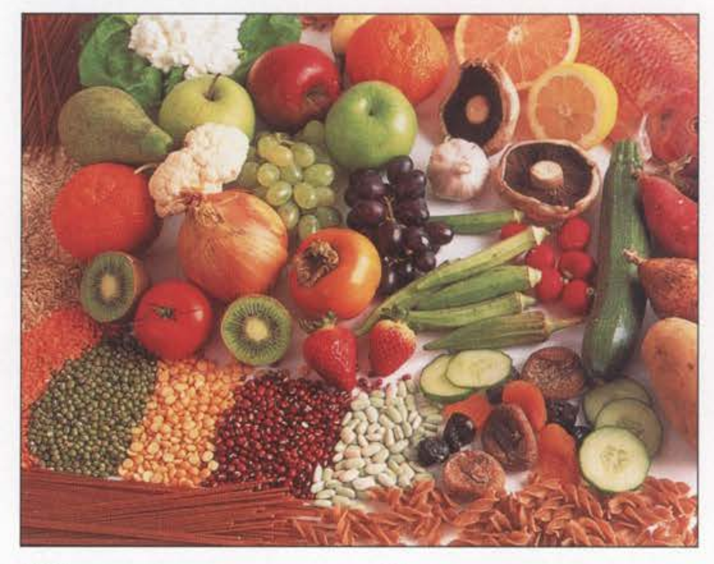
Двумя основными источниками витаминов являются пища и напитки.

ВИТАМИННЫЕ ДОБАВКИ

Хорошо сбалансированная диета должна обеспечивать тело всеми необходимыми витаминами. Однако некоторым людям, например скудно питающимся, беременным женщинам или кормящим матерям, либо страдающим кишечными расстройствами, могут требоваться витаминные добавки для поддержания процесса обмена веществ.

Витаминные добавки не следует рассматривать как заменители здоровой диеты; диетологи считают, что естественный баланс микроэлементов, присутствующих в пище, гораздо важнее.

Тринадцать витаминов можно разделить на две группы.



■ Жирорастворимые витамины – витамины A, D, E и K.
■ Водорастворимые витамины – витамин C (аскорбиновая кислота) и витамины группы B.

Сбалансированная диета обеспечивает сочетание водо- и жирорастворимых витаминов в легкоусвояемой форме

Жирорастворимые витамины



Кальций, присутствующий в молоке, может удерживаться в теле только в присутствии витамина D. Недостаток этого витамина может вызывать рахит

Четыре жирорастворимых витамина присутствуют в мясе и молочных продуктах. Они накапливаются в теле, поэтому нет необходимости употреблять их ежедневно.

ВИТАМИН A

Витамин A хранится главным образом в печени. Он важен для образования и нормального состояния кожи, слизистых оболочек, костей и зубов, а также для зрения и репродуктивной функции. Организм может получать витамин A из печени, куриных яиц, сливок или сливочного масла или из бета-каротина.

ВИТАМИН D

Витамин D необходим для формирования здоровых костей и удерживания в теле кальция и фосфора. Он присутствует в куриных яйцах, печенке и рыбьем жире, а также вырабатывается под воздействием солнечных лучей.

ВИТАМИН E

Витамин E присутствует в растительных маслах, в зернах пшеницы, в печенке и в зелени, в листовых овощах. Это антиоксидант (вещество, способное нейтрализовывать определенные вредоносные молекулы), он играет важную роль в формировании красных кровяных клеток и мышц.

ВИТАМИН K

Витамин K необходим для свертывания крови, поскольку помогает вырабатывать протромбин (фермент, необходимый для свертывания крови). Источниками витамина K являются люцерна и печенка, а также листовые зеленые овощи, куриные яйца и соевое масло.

Витамин C

Витамин C (аскорбиновая кислота) – водорастворимый витамин, играющий важную роль в формировании и сохранении коллагена – соединительной ткани, используемой при формировании костей, хрящей, мышц и кровеносных сосудов. Витамин C усиливает абсорбцию железа из овощей.

Источники витамина C включают большинство фруктов (особенно цитрусовые), зеленый перец, томаты, спаржевую капусту, картофель и кочанную капусту.

Интересно, что все другие плотоядные млекопитающие способны синтезировать витамин C в своих телах; и только люди полностью зависят от внешних источников.

Исследования показывают, что витамин C действует как антиоксидант, защищает клетки тела и ткани от вредоносного воздействия свободных радикалов (разрушающие молекулы, образуемые в ходе метаболических реакций).

Водорастворимые витамины

Тело по большей части не способно хранить водорастворимые витамины, и, следовательно, их надо употреблять ежедневно.

ВИТАМИНЫ ГРУППЫ В

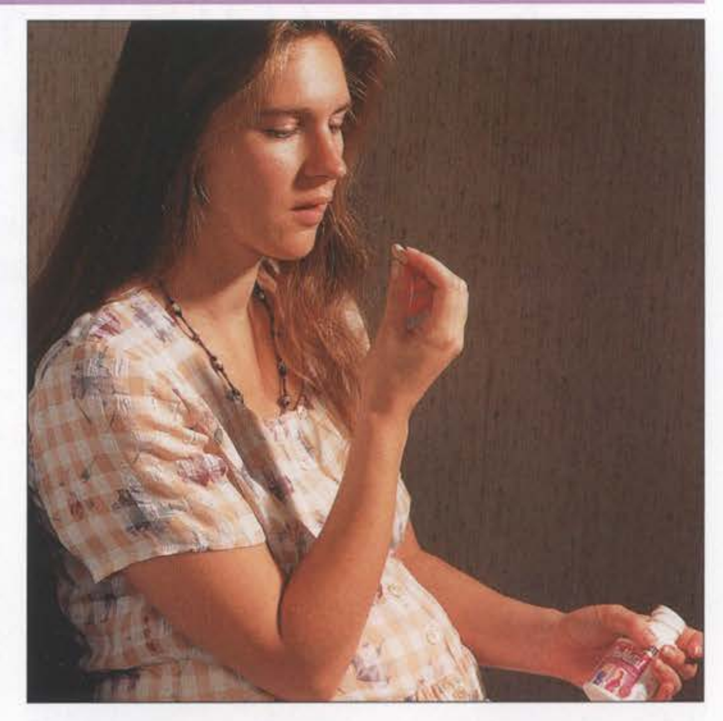
Большая группа витаминов В включает следующие.

■ Тиамин (B_1) – необходим для метаболизма углеводов и функционирования нервной системы. Основные источники – зерновые злаки, хлеб, темное мясо, куриные яйца и шелушеный рис.

■ Рибофлавин (B_2) – необходим для завершения метаболических реакций. Важен для здорового состояния кожи, слизистых оболочек, роговицы и оболочек нерва. Содержится в мясе, молочных продуктах, в цельных зернах и горохе.



Беременным женщинам рекомендуется дополнительно принимать фолиевую кислоту. Она необходима для нормального развития мозга и нервной системы плода.



■ Ниацин (PP) – необходим для усвоения пищи, поддержания здорового состояния кожи, нервов и желудочно-кишечного тракта. Содержится в продуктах, богатых белками, таких как мясо, рыба, пивные дрожжи, молоко, яйца, бобовые, картофель и арахис.

■ Пиридоксин (B_6) – играет важную роль в метаболизме аминокислот, глюкозы и жирных кислот, а также в формировании красных кровяных клеток. Пиридоксин содержится во многих продуктах, поэтому его дефицит в организме наблюдается редко, главным образом у алкоголиков. Он присутствует в печенке, шелушеном рисе, в рыбе и в цельных зернах.

■ Цианокобаламин (B_{12}) – химическое соединение, функционирующее во всех клетках, наиболее интенсивно в кишках, в нервной системе и костном мозге. Нужен для выработки здоровых кровяных клеток, необходим для поддержания оболочек нерва и синтеза нуклеиновых кислот (строительные блоки ДНК). Среди основных источников – печенка, куриные яйца, мясо, молоко.

■ Фолиевая кислота (B_9) – взаимодействует с B12 в процессе синтеза нуклеиновых кислот, используется для формирования красных кровяных клеток. Необходима для развития мозга и нервной системы плода. Фолиевая кислота содержится во многих продуктах, особенно в дрожжах, печенке и зеленых овощах.

■ Пантотеновая кислота и биотин – эти витамины группы В вырабатываются бактериями в кишках и важны для ряда метаболических реакций. Пантотеновая кислота в изобилии присутствует в мясе, в бобовых и цельных зернах, а биотин содержится в говяжьей печенке, куриных яйцах, пивных дрожжах, арахисе и грибах.

Дефицит витамина С вызывает цингу, при которой наблюдается подкожное кровотечение, распухание и кровотечение десен

Авитаминоз

Витамин	Последствия авитаминоза	Группы риска
Витамин А	Сухость кожи, плохое выделение слизи, ухудшение ночного зрения	Люди, страдающие кистозным фиброзом или заболеваниями печени; алкоголики
Витамин B_1 (тиамин)	Эндемический неврит, Корсаковский синдром	Алкоголики
Витамин B_2 (рибофлавин)	Кожные заболевания, анемия, светочувствительность, растрескивание губ, язвочки на языке	Плохо питающиеся люди
Витамин PP (ниацин)	Пеллагра (язвочки во рту и на коже, диарея, слабоумие)	Алкоголики и случайно заболевшие люди
Витамин B_6 (пиридоксин)	Кожные заболевания, депрессия, плохая координация, бессонница	Алкоголики; женщины, принимающие противозачаточные средства
Витамин B_{12} (цианокобаламин)	Пернициозная анемия, расстройства мозга, раздражение во рту	Строгие вегетарианцы; пожилые люди (абсорбция ухудшается с возрастом)
Витамин B_9 (фолиевая кислота)	Фолиево-дефицитная анемия (желудочно-кишечные заболевания, язвы)	Алкоголики; беременные женщины
Витамин С	Цинга (кровоточащие кожа и ткани, онемение конечностей)	Пожилые, плохо питающиеся люди; дети, пьющие только коровье молоко
Витамин D	Рахит (последствия неспособности тела усваивать кальций)	Дети; пожилые люди, редко бывающие на солнце
Витамин Е	Неизвестны	Неизвестны
Витамин К	Плохая свертываемость крови; может влиять на ребенка во время беременности	Страдающие желтухой, циррозом печени; долгое время принимающие антибиотики

Алкоголизм

На алкоголизм влияют три вида недостатка питательных веществ:

■ Первичная недостаточность из-за снижения потребления питательных веществ.

■ Вторичная недостаточность из-за ухудшения пищеварения и нарушения всасывания.

■ Третичная недостаточность из-за неспособности переработки питательных веществ.

Сам алкоголь замедляет абсорбцию жира и всех жирорастворимых витаминов.

Образующиеся дефициты

Алкоголикам часто не хватает:

■ Витамина А – даже умеренный алкоголизм вызывает его серьезный дефицит.

■ Витамина В – у алкоголиков создается дефицит всех витаминов группы В, но особенно B_1 (тиамина), что приводит к Корсаковскому синдрому.

■ Витамина B_9 (фолиевая кислота) – наиболее распространенный дефицит, вызывает анемию, приводит к вредным изменениям в тонкой кишке.

Как тело использует минералы

Минералы – это неорганические элементы, присутствующие в земной коре и составляющие пять процентов от общего веса тела. Минералы необходимы для нормального функционирования тела и требуются только в небольших количествах.

Хотя витамины необходимы для нормальной работы организма, они не могут усваиваться телом без минералов. Минералы – это неорганические элементы, составляющие 4–5% от общего веса тела. Они важны для умственного и физического здоровья и входят в состав костей, зубов, мягких тканей, крови, мышц и нервных клеток.

Как и витамины, минералы выполняют роль катализаторов для ряда биологических реакций, включая мышечный контроль, передачу нервных импульсов, выработку гормонов, пищеварение и усвоение питательных веществ. В организме используются свыше 80 минералов.

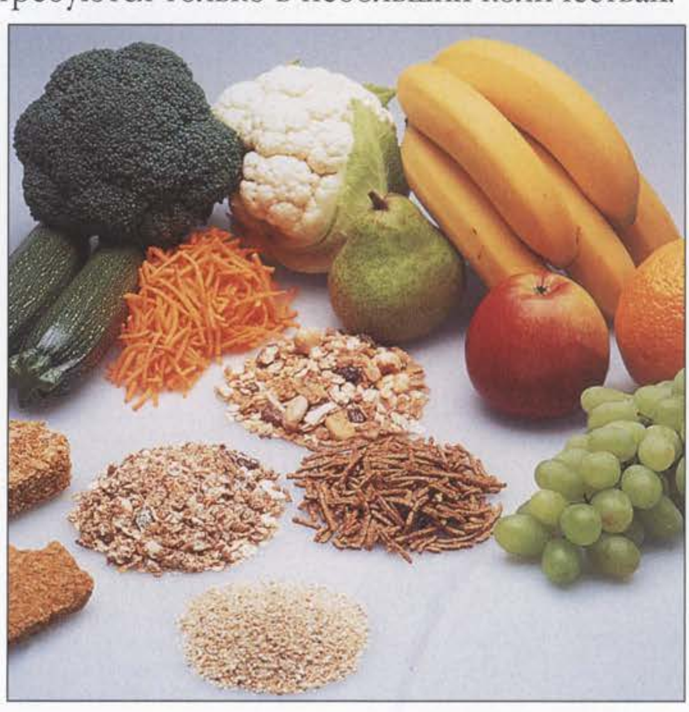
ИСТОЧНИКИ МИНЕРАЛОВ

Минералы присутствуют в земле, и поскольку это неорганические элементы, их не могут вырабатывать живые системы. Растения получают минералы из почвы, и большинство минералов в нашей пище поступают в нее непосредственно из растений или косвенным путем из животных источников.

Среди продуктов с высоким содержанием минералов – овощи, бобовые, молоко и молочные продукты, тогда как в очищенных продуктах, таких как крупы, хлеб, жиры и сладости, минералы практически отсутствуют.

ДВЕ ГРУППЫ

Пока человек употребляет хорошо сбалансированную пищу, его тело будет получать минералы, необходимые для нормального функционирования. Минералы можно разделить на макроминералы и микроминералы.



В овощах, бобовых и фруктах – высокое содержание минералов. Как часть сбалансированной диеты, они позволяют получать необходимые минералы

Макроминералы

Макроминералы (от греч. *macro* – «большой») необходимы телу в больших количествах, они включают:

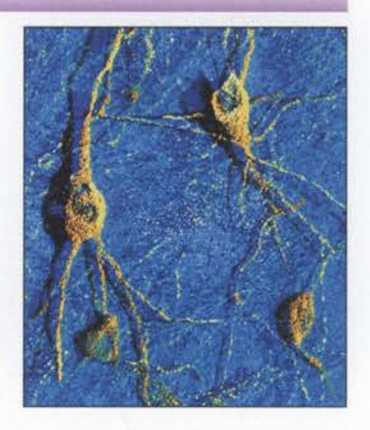
■ Кальций – необходим для развития и поддержания в здоровом состоянии костей и зубов. Участвует также в формировании клеточных мембран, регулирует передачу нервных импульсов и мышечные сокращения. Около 90% кальция, присутствующего в теле, хранится в костях, образуя запас, который может вторично усваиваться кровью и тканями. Дефицит кальция приводит к заболеваниям костей, таким как остеопороз.

■ Фосфор – соединяется с кальцием в костях и зубах, участвует в усвоении клетками углеводов, жиров и белков.

■ Калий – третий по важности минерал, который присутствует в организме в больших количествах. Калий взаимодействует с натрием и солями хлора для контроля за нормальным распределением жидкости и поддержания pH-баланса, участвует в передаче нервных импульсов, в сокращении мышц, в регулировании сердцебиения и артериального давления. Калий приглушает воздействие адреналина, снижая артериальное давление, поднимающееся во время стрессов. Он необходим для синтеза белков, углеводного обмена и выделения инсулина поджелудочной железой.

■ Натрий – помогает поддерживать нормальный баланс жидкости. Вместе с калием участвует в контролировании мышечных со-кращений и функционирования нервов. Большинство натрия, употребляемого с пищей, содержится в поваренной соли. Повышенный уровень натрия может привести к потере телом калия и к удерживанию жидкости, от чего повышается артериальное давление.

■ Магний – играет определенную роль в функционировании нервов и мышц, необходим для поддержания здорового состояния костей. Помогает организму усваивать кальций и защищает выстилку предсердий от стрессов, вызванных внезапными изменениями артериального давления. Дефицит магния связан с ангинами и повышенным риском сердечных приступов, а также с предменструальным синдромом.



Нервным клеткам (увеличенным) требуется магний. Он присутствует в овощах, таких как брокколи

Натрий присутствует в почве. Здесь он в виде куска в чашке Петри – необходим для поддержания жидкостного и электролитного баланса в теле

Микроэлементы

Микроминералы (от греч. *micros* – «малый») – это те минералы, которые требуются телу только в очень небольших количествах. Но даже в таких количествах микроминералы могут оказывать мощное влияние на здоровье. Микроминералы включают:

■ Цинк – важен для роста, аппетита, развития яичек, целостности кожи, умственной деятельности, заживления ран и надлежащего функционирования иммунной системы.

Цинк является кофактором для многих ферментов и необходимым компонентом ряда биологических реакций, включая обмен углеводов, жиров и белков. Цинк также играет важную роль в кальцификации костей.

■ Медь – жизненно необходимый для здоровья минерал, выполняет ряд важных функций, включая: образование гемоглобина, абсорбцию и усвоение железа, регулирование сердечного ритма и артериального давления, укрепление кровеносных сосудов, костей, сухожилий и нервов, повышение фертильности.

■ Фтор – этот минерал необходим для здоровья зубов и костей. Способствует формированию зубной эмали (защищает зубы от разрушения) и усиливает прочность костей. Для улучшения здоровья зубов фтор можно добавлять в употребляемую жидкость или в зубную пасту.

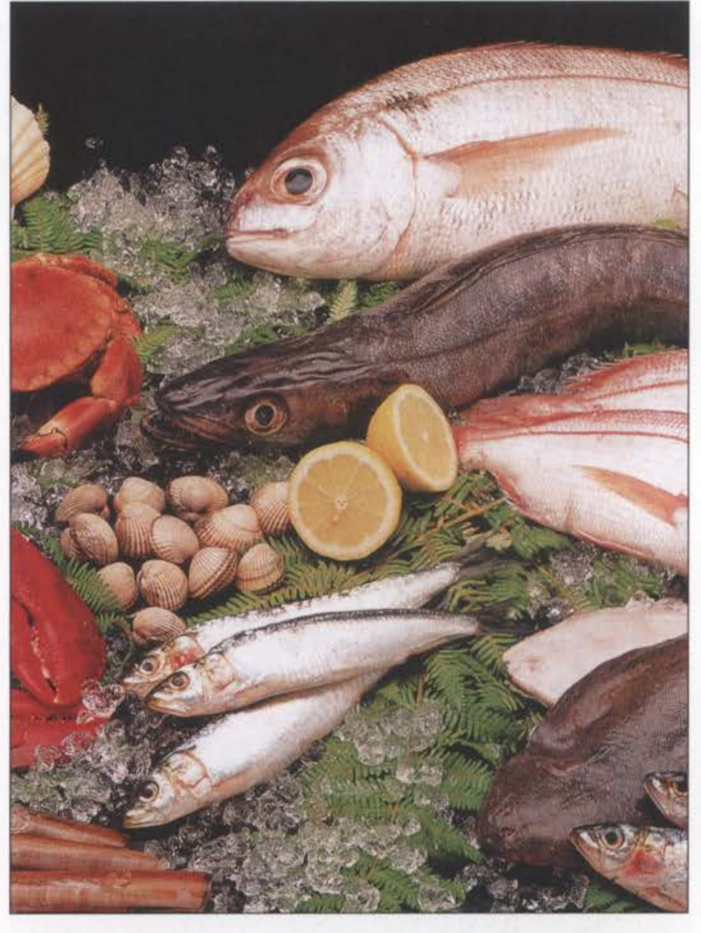
■ Марганец – необходим для формирования и поддержания здорового состояния костей, хрящей и соединительных тканей. Марганец принимает участие в синтезе белков и генетического материала, способствует выработке энергии из пищи. Важен для развития скелета и процесса производства половых гормонов.

■ Хром – вместе с инсулином способствует регулированию использования телом сахара, требуется для метаболизма жирных кислот. Добавки хрома могут применяться для лечения некоторых случаев диабета у взрослых, для снижения инсулиновой зависимости у детей и смягчения симптомов гипогликемии.

■ Селен – считается, что этот минерал стимулирует обмен веществ, и в сочетании с витамином Е действует как антиоксидант, защищая ткани и клетки от вредоносного воздействия свободных радикалов. Селен также усиливает иммунную функцию.

■ Йод – один из первых минералов, признанных необходимым для здоровья человека, использовался на протяжении сотен лет для лечения базедовой болезни (опухоль, вызванная увеличением щитовидной железы).

Йод (под микроскопом виден в форме кристалла) – жизненно важный микроэлемент. Его лечебные свойства известны уже на протяжении многих веков



Моллюски и морская рыба – отличные источники йода. Щитовидной железе йод требуется для гормонов, необходимых для роста в детском возрасте

Йод является компонентом нескольких гормонов щитовидной железы и играет определенную роль в обмене веществ, функционировании нервов и мышц, в здоровом состоянии ногтей, волос, кожи и зубов, а также в физическом и умственном развитии. Морепродукты, такие как моллюски и морская рыба, являются богатыми источниками йода. Он также присутствует в хлебе и молочных продуктах.

■ Железо – этот минерал необходим для выработки гемоглобина, белка крови, переносящего кислород. Железо также важный компонент миоглобина,– белка, снабжающего кислородом мышцы во время физических усилий. Дефицит железа может привести к анемии.

Минеральные добавки



Несмотря на сбалансированную диету, некоторым людям могут требоваться минеральные добавки. Например, женщинам, страдающим от избыточных менструальных кровотечений, необходимы препараты железа.

Однако очень важно прежде всего обсудить с врачом прием минеральных добавок. Поскольку минералы хранятся в костях и мышечных тканях, эти запасы могут возрастать до токсичных уровней. Риск токсичности возрастает, когда один отдельный минерал принимается без какихлибо поддерживающих питательных веществ, помогающих его усваивать.

Даже людям со сбалансированной диетой могут требоваться минеральные добавки. Их количество следует обсудить с врачом

Токсичные уровни

Токсичные уровни достигаются, когда продолжительный период времени принимается чрезмерное количество минералов. Они могут возникать при употреблении загрязненной воды или из-за избытка минеральных добавок, что может привести к таким неблагоприятным синдромам, как рвота, диарея, головокружение, головные и желудочные боли.

Как работают ферменты

Ферменты играют важную роль в химических процессах, происходящих в организме. Без них невозможны многие жизненно важные химические реакции – например, те, в ходе которых глюкоза расщепляется и выделяется энергия.

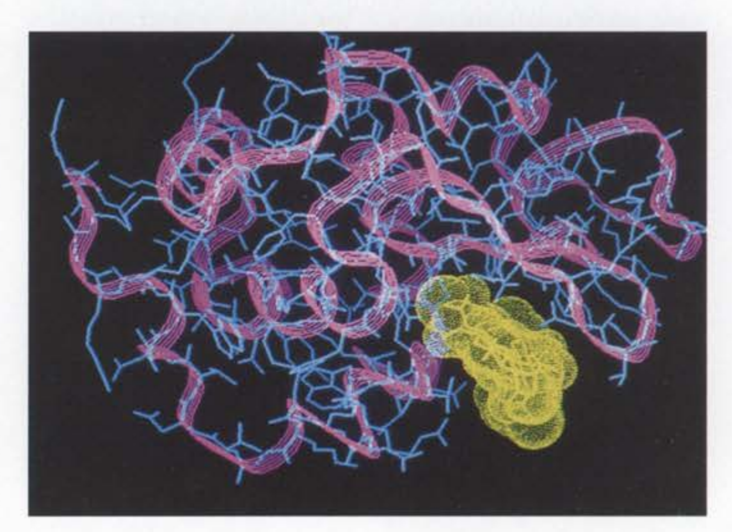
Жизнь каждой клетки человеческого тела зависит от выработки энергии. Но для химических реакций с высвобождением энергии обычно требуется температура свыше 90° С. Именно ферменты позволяют подобным реакциям протекать при нормальной температуре.

Большинство ферментов – комплексные белки, то есть цепочки аминокислот, состоящие из атомов углерода, водорода, кислорода и азота, а часто еще и из атомов серы. Как и все белки, они вырабатываются клетками, использующими ДНК в качестве матрицы. Однако некоторые из них копируют РНК (рибонуклеиновая кислота, которая вместе с ДНК является частью генетического кода), и в этом случае их называют рибозимами.

КАК ДЕЙСТВУЮТ ФЕРМЕНТЫ

Ферменты выполняют роль катализаторов в химических реакциях, ускоряя их ход и снижая количество необходимой для их протекания энергии. Ферменты могут быть или «катаболическими», то есть расщепляющими сложные вещества на более простые, или «анаболическими», способствующими реакциям, при которых более сложные вещества образуются в результате синтеза. Другие ферменты способствуют проникновению химических веществ сквозь мембраны, окружающие каждую клетку.

Например, фермент сахараза является катаболическим: он помогает расщеплять сахарозу в глюкозу и фруктозу, которые перевариваются более легко. Фермент карбоангидраза является анаболическим: он помогает воде соединяться с углекислым газом (CO_2), побочным продуктом процесса выработки энергии в клетках, в результате чего образуется угольная кислота. В этом виде она переносится кровью в легкие, а затем выделяется как углекислый газ. Фермент пермеаза глюкозы (название большинства ферментов заканчивается на «аза») способствует прохождению глюкозы сквозь мембраны клеток для выработки энергии.



Это изображение фермента лизоцима, присутствующего в слезах. Он способен разрушать цепочки молекул сахара (желтые), составляющие стенки бактериальной клетки



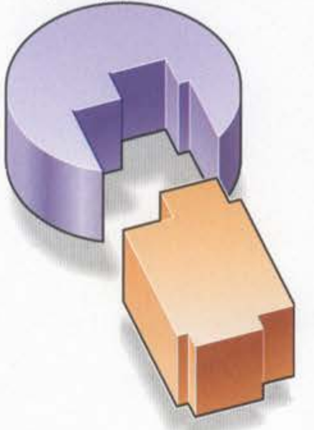
Ферменты используются в ряде продуктов, например в тесте на беременность. Ферменты зонда реагируют на химические вещества в моче, вызывая изменение цвета

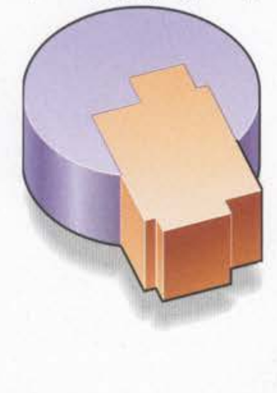
Модель «замок-ключ»

Каждый фермент в организме имеет особую задачу, и существуют различные теории по поводу того, каким образом каждый фермент выполняет именно эту, а не другую задачу. Первая из таких теорий известна как теория «замок-ключ». Эта теория основана на том, что существует «активная площадка» на поверхности молекулы фермента, в которую молекула химического вещества, известного как «субстрат», входит и удерживается на месте за счет электрического притяжения. По мере прохождения реакции субстрат превращается в другое химическое вещество («продукт»), обладающее иными электрическими свойствами, поэтому электрическое притяжение исчезает и молекула продукта покидает площадку. Весь процесс повторяется с новыми молекулами субстрата много тысяч раз в долю секунды.

К сожалению, теория «замок-ключ» не полностью соответствует фактам. Активность фермента могут замедлять такие факторы, как изменение температуры или pH-уровня, чего не происходило бы, если бы совместимость была чисто физическим аспектом. Кроме того, на площадке могут задерживаться не только молекулы субстрата, но и другие.

В концепции вынужденного соответствия подобные недостатки отсутствуют. Согласно ей активная площадка обладает эластичностью и при необходимости расширяется и сжимается для размещения субстрата – точно так, как резиновая перчатка меняет форму, обтягивая ладонь.





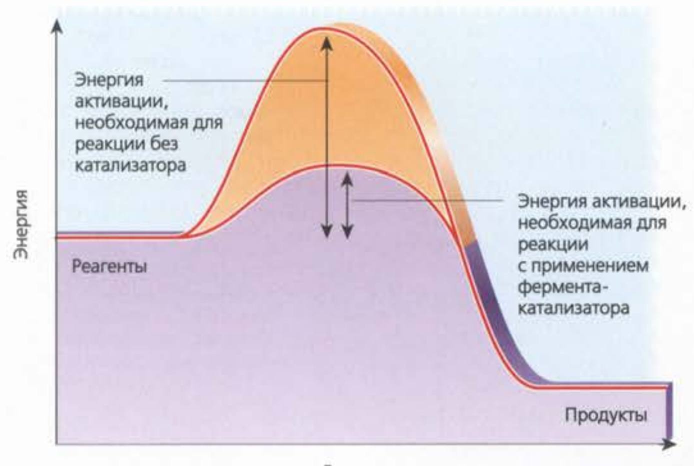


В модели «замок-ключ» площадь фермента (пурпурный) дополняет площадь субстрата (оранжевый). Здесь фермент расщепляет субстрат без химического воздействия

Ферменты и энергия

Ферменты уменьшают количество энергии, необходимой для протекания химической реакции. Но будучи белками, они чувствительны к изменениям в окружающей среде.

Химическая реакция проходит с использованием энергии. Для того чтобы реакция состоялась, необходим разрыв связей между атомами и образование новых связей. Энергия, которая требуется для разрыва таких связей, называется «энергией активации». Многие вещества воспламеняются только под воздействием энергии (тепла зажженной спички). Ферменты снижают потребность в энергии активации, позволяя реакциям протекать при более низких температурах, и при этом ферменты сами не участвуют в химическом процессе.

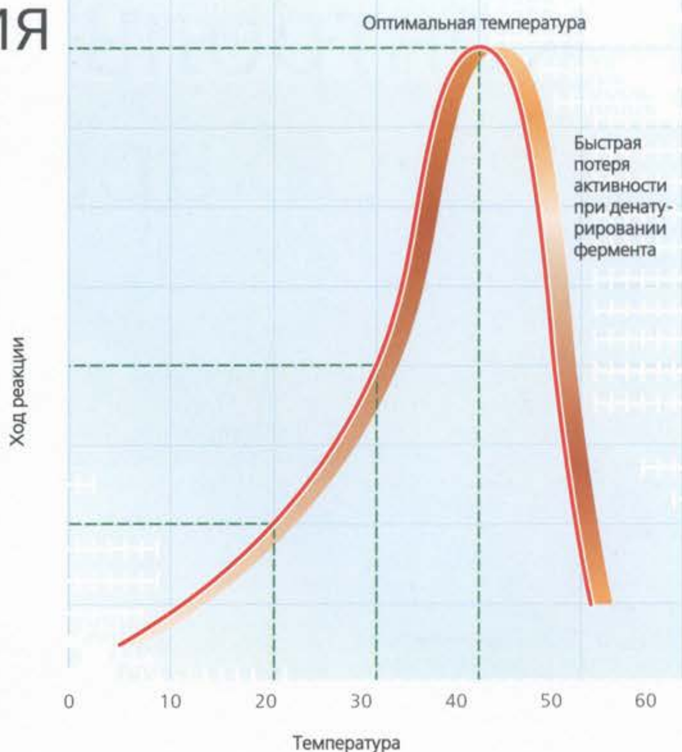


Для протекания химической энергии требуется энергия активации. Ферменты снижают количество энергии активации и ускоряют процесс реакции

ЧТО ВЛИЯЕТ НА АКТИВНОСТЬ ФЕРМЕНТА?

На активность фермента влияют три основных фактора: температура, pH-уровень и присутствие других химических веществ, которые либо занимают активную площадку, либо изменяют ее форму. В зависимости от характера их воздействия такие химические вещества известны как конкурентные и неконкурентные ингибиторы.

Для каждого фермента в организме существует температурный спектр, в рамках которого фермент действует максимально эффективно. За пределами этого спектра связи, удерживающие вместе комплексные белковые структуры, из которых состоит большинство ферментов, начинают разрушаться.



Активность ферментов возрастает при повышении температуры примерно до 40 °C, и это пик активности. Дальше белок денатурируется, активность теряется

В результате форма активной площадки фермента меняется, делая невозможным соединение субстрата с ферментом. Вот почему системы организма начинают отключаться, когда температура слишком высокая (гипертермия) или слишком низкая (гипотермия).

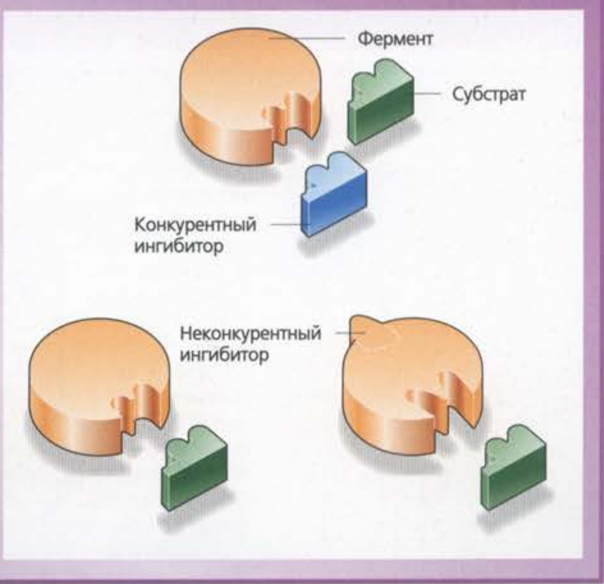
Как и в случае с температурой, для ферментов имеется оптимальный спектр значений pH-уровня. За пределами этого спектра действие ферментов замедляется, а в случае крайних значений ферменты и вовсе не работают (pH – величина, обозначающая концентрацию ионов водорода в растворе и то, насколько раствор кислотный или щелочной; например, у дистиллированной воды значение pH – 7, у хлорной извести – 12, а у апельсинового сока – 2).

Оптимальный спектр pH-уровней ферментов различен, соответствуя окружающей среде, но организм поддерживает относительно постоянные значения pH в различных своих частях. Желудочные ферменты, такие как пепсин и химотрипсин, лучше работают при низких значениях pH, обусловленных кислотной средой желудка.

Конкурентные и неконкурентные ингибиторы

Активность ферментов может замедляться другими веществами. При конкурентном замедлении активная площадка занимается конкурирующими молекулами. Конкурентное замедление обусловлено способностью различных веществ, включая цианид, прекращать активность фермента и вызывать смерть. Другие ядовитые вещества, такие как свинец и ртуть, производят тот же эффект, но они являются «неконкурентными ингибиторами», поскольку закрепляются на ферменте, изменяя его форму.

При конкурентном замедлении (вверху) две молекулы одинаковой формы конкурируют за активную площадку фермента. При неконкурентном замедлении (внизу) ингибитор соединяется с другой площадкой фермента, изменяя тем самым форму активной площадки и предотвращая реакцию





Эти женщина и ребенок получают кислород, поскольку отравлены угарным газом (CO). CO – конкурентный ингибитор для кислорода

Контроль содержания сахара в крови

Сахар является важным источником энергии для тела, и он присутствует в крови в виде глюкозы. Нормальное содержание сахара в крови жизненно важно, и оно регулируется гормонами, которые вырабатывает поджелудочная железа.

Глюкоза – простой сахар, необходимый для функционирования мозга, а также важный источник энергии для организма. Глюкоза хранится в теле в виде гликогена – длинных цепочек молекул сахара в печени и мышцах – и разносится по телу кровью.

Существует естественный уровень глюкозы в крови, но когда мы едим много или мало, этот уровень меняется. Степень этого изменения регулирует поджелудочная железа с помощью гормонов (от греч. «приводить в движение, побуждать»).

ПОДЖЕЛУДОЧНАЯ ЖЕЛЕЗА

Поджелудочная железа – беловатая железа длиной примерно 20–25 см, которая располагается сразу позади нижней части желудка, соединена с двенадцатиперстной кишкой и способствует перевариванию пищи. Но это не единственная ее функция.

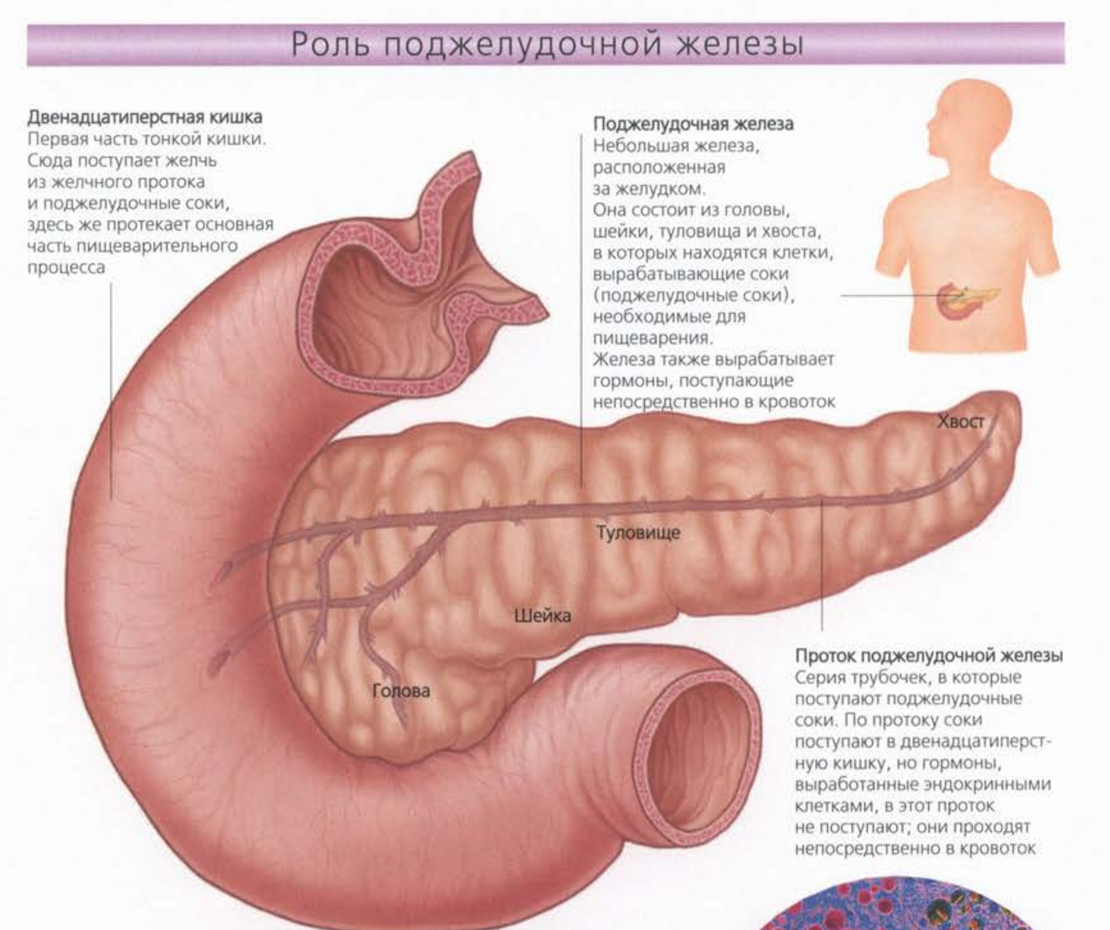
Пищеварительная часть поджелудочной железы составляет до 90% ее общей клеточной массы. Около 5% составляют клетки, вырабатывающие гормоны, регулирующие уровень сахара в крови: инсулин и глюкагон.

Эти «эндокринные» клетки, известные как панкреатические островки, размещаются группами по всей поджелудочной железе. В отличие от других продуктов поджелудочной железы, гормоны не поступают в тракт, ведущий в двенадцатиперстную кишку; вместо этого они поступают непосредственно в кровоток.

Сахар в крови

Идеальный уровень содержания глюкозы в крови составляет от 70 до 110 мг на 100 мл. После еды уровень сахара обычно поднимается на несколько часов, но он не должен превышать 180 мг. Все, у кого уровень глюкозы выше, считаются страдающими гипергликемией. А те, у кого уровень глюкозы в крови 70 мг и ниже, считаются больными гипогликемией.

Роль поджелудочной железы



ИНСУЛИН

Существуют различные типы панкреатических клеток, и каждый тип отвечает за выработку своего гормона. Инсулин обычно вырабатывают β-клетки панкреатических островков. Низкий уровень гормона поддерживается постоянно, но если количество глюкозы в крови возрастает, то клетки активируются для выработки большего количества инсулина. Если уровень глюкозы в крови понижается, снижается и выработка инсулина.

Инсулин воздействует на различные клетки организма, включая мышечные клетки, красные кровяные и жировые клетки.

Когда уровень инсулина возрастает, эти клетки стимулируются для поглощения большего количества глюкозы из крови и использования ее для выработки энергии.

Производство инсулина также контролируется другим гормоном, который называется соматостатин. Он выделяется в ответ на повышение уровней других гормонов, и среди его прочих предназначений – замедление выработки инсулина β-клетками панкреатических островков.

ГЛЮКАГОН

Глюкагон вырабатывается α-клетками панкреатических островков, активизирующихся, когда уровень глюкозы в крови становится слишком низким. Этот гормон побуждает гликоген, особенно в печени, превращаться в глюкозу и поступать в кровь. Он также побуждает печень, мышечные и другие клетки тела вырабатывать глюкозу из других веществ, таких как белки.

Под микроскопом эндокринные клетки напоминают острова, отсюда и их название «панкреатические островки». Они также известны, как «островки Лангерганса», по фамилии немецкого врача Пауля Лангерганса. Эти клетки вырабатывают гормоны инсулин и глюкагон

Дисбаланс сахара в крови

Баланс содержания сахара в крови очень важен для хорошего здоровья. Снижение уровня глюкозы может вызывать обильное потовыделение, потерю сознания и даже кому. Повышение приводит к диабету.



Уровень глюкозы в крови можно определить простым диагностическим набором. Капля крови из пальца помещается на тестовую полоску. В верхней части полоски два пятна реактивов, меняющих цвет с желтого на черный и с белого на темно-синий, в зависимости от уровня сахара в крови. Здесь уровень нормальный. Повышенный уровень приводит к диабету

Диабет

Неспособность поджелудочной железы вырабатывать достаточное количество инсулина приводит к сахарному диабету. Недостаток инсулина означает, что клетки тела не могут вбирать глюкозу, в результате этого аккумулирующуюся в крови. Поскольку мышцы не могут получать достаточно сахара, они слабеют и дряхлеют.

Точная причина этого заболевания неизвестна, но диабет часто является наследственным заболеванием. Обычно он проявляется медленно, к группе риска относятся люди среднего возраста с излишним весом.

Но диабет может проявляться и у детей, причем внезапно.

Диабет может возникать у восприимчивых людей под воздействием ряда факторов, таких как простуда, сырость, изнурительная работа и депрессия, но наиболее распространенной причиной заболевания является инфекция, особенно вирусная.

Симптомы болезни включают слабость, потерю веса, повышенную жажду и повышенное мочевыделение. Могут также наблюдаться запоры, сухость во рту и кожи. У большинства пациентов не возникает каких-либо осложнений, но болезнь может воздействовать на сердце, кровеносные сосуды и нервы, диабетики более подвержены такому заболеванию, как глазная катаракта.

В экстремальных случаях у пациентов может наблюдаться туберкулез или диабетические комы.

Контролирование диабета

Диабет нельзя предсказать, предотвратить или вылечить. Однако его можно контролировать. Пожилым людям следует питаться регулярно и соблюдать диету с низким содержанием сахара. Врач может прописать таблетки, усиливающие действие инсулина, присутствующего в крови.

В тяжелых случаях следует употреблять инсулин в виде инъекций, один или два раза в день, так как если принимать инсулин внутрь, он разрушается и не оказывает никакого действия.

При инъекциях следует соблюдать осторожность, так как излишнее количество инсулина вызывает гипогликемию, сопровождающуюся чрезмерным потовыделением и расстройством поведения. В тяжелых случаях пациент похож на пьяного, и тогда необходимо обратиться за медицинской помощью, поскольку существует риск комы.



Диабетики делают себе внутримышечные инъекции инсулина, регулирующие уровень сахара. При естественном недостатке инсулина для предотвращения комы и смерти требуется заместительная терапия

Естественный баланс уровней глюкозы



Как выводятся отходы

Почти все питательные вещества, содержащиеся в пище, поглощаются в теле тонкой кишкой. Функция толстой кишки заключается в выведении ненужных отходов, сохраняя при этом все полезные химические вещества.

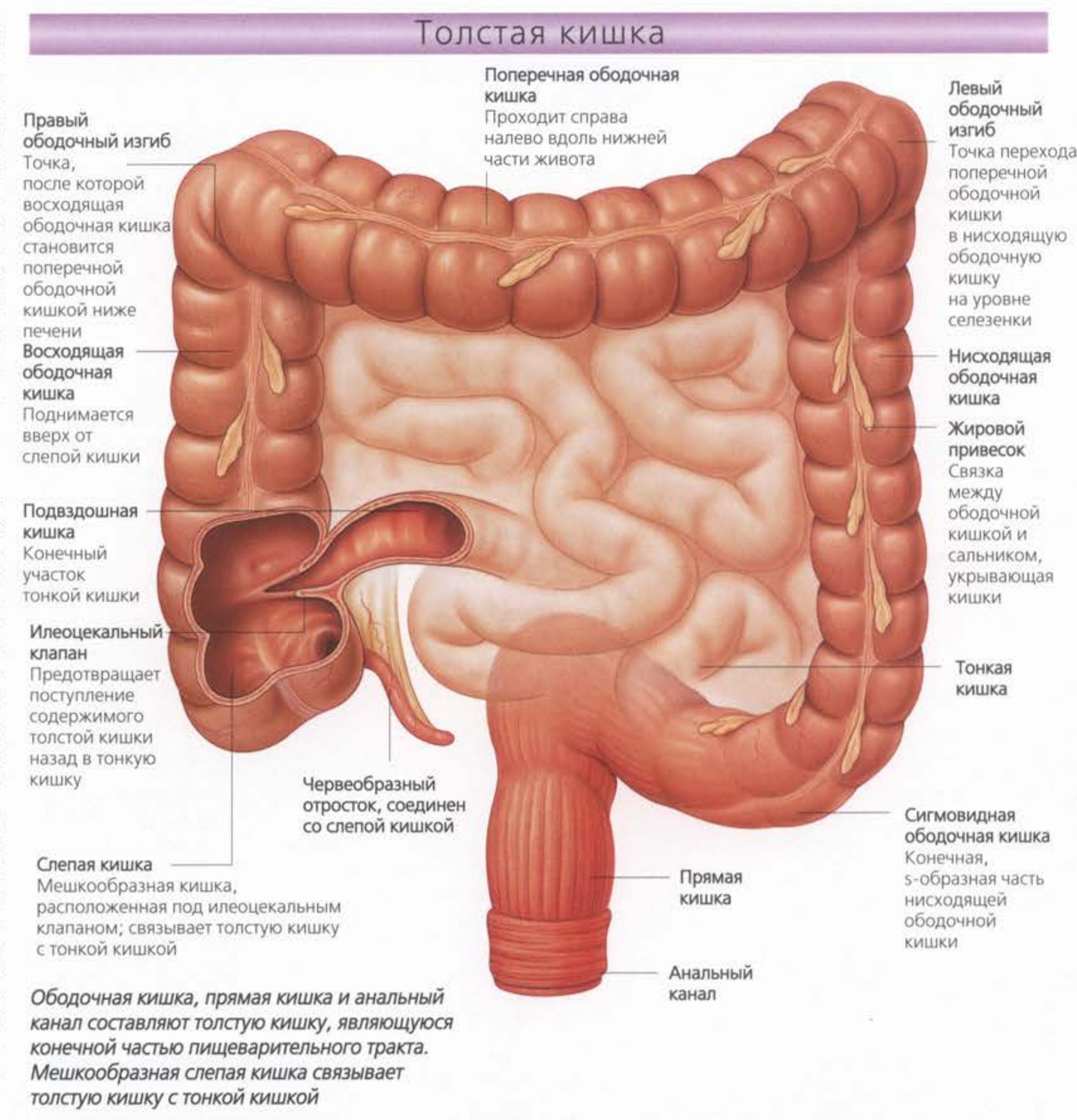
Длина толстой кишки около 1,5 м, она образует дугу, окружающую складки и изгибы тонкой кишки. Толстая кишка состоит из четырех частей: слепая кишка, ободочная кишка, прямая кишка и анальный канал. Из подвздошной части тонкой кишки пища поступает в верхний конец слепой кишки через илеоцекальный клапан. Этот клапан предотвращает переток из толстой кишки в тонкую, даже когда толстая кишка растянута. Слепая кишка представляет собой перевернутый мешок, заканчивающийся червеобразным отростком – аппендиксом.

ОБОДОЧНАЯ КИШКА

Слепая кишка переходит в восходящую ободочную кишку, то есть в прямой участок ободочной кишки, поднимающийся к печени. Там он делает поворот и становится поперечной ободочной кишкой, которая идет поперек живота, снова поворачивает, становится нисходящей ободочной кишкой, а затем сигмовидной ободочной кишкой. В общей сложности длина ободочной кишки около 1,3 м, это самый длинный участок толстой кишки.

Основная функция ободочной кишки состоит в проталкивании фекалий в анальный канал. Это достигается за счет относительно малой длины кишки, почему в случае необходимости она может быть удалена хирургически. Но все же ободочная кишка достаточно длинна, чтобы образовать зону для повторной абсорбции воды, растворенных солей и водорастворимых витаминов.

Толстая кишка

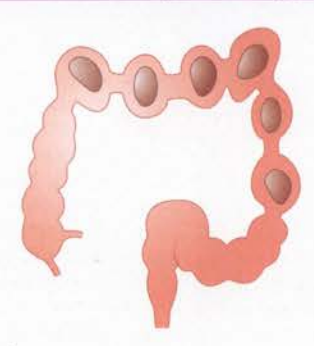


Ободочная кишка, прямая кишка и анальный канал составляют толстую кишку, являющуюся конечной частью пищеварительного тракта. Мешкообразная слепая кишка связывает толстую кишку с тонкой кишкой

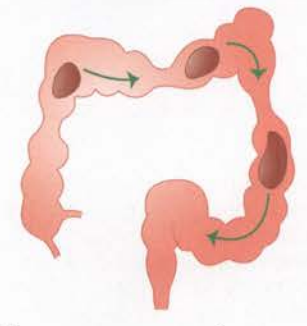
Прохождение фекалий

Продвижение фекалий по ободочной кишке достигается за счет мышечных сокращений (перистальтики) стенки ободочной кишки. Стенка ободочной кишки в ходе этого процесса совершает три вида мышечных движений, обеспечивающих не только продвижение фекалий, но и смешивание отходов, позволяющее стенке кишки более легко впитывать воду.

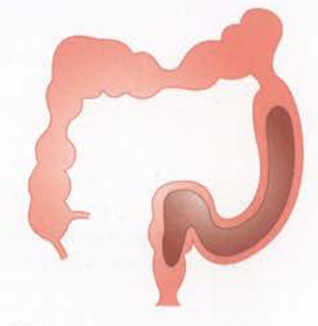
Через ободочную кишку фекалии проходят гораздо медленнее, чем через тонкую кишку. Ежедневно толстая кишка поглощает примерно 1,4 л воды и меньшее количество водорастворимых карбонатов и хлоридов.



Сегментация – серия кольцеобразных сокращений, перемешивающих фекалии, не продвигая их вперед. Это облегчает поглощение воды



Перистальтика в тонкой кишке смешивает и продвигает фекалии вперед. Мышцы позади каждого сегмента сокращаются, а впереди расслабляются



Толчки, которые сильнее перистальтических сокращений, продвигают большое количество фекалий. Происходит это 2–3 раза в день

Дефекация

Процесс пищеварения заканчивается, когда остаточные продукты и отходы удаляются из тела. Хотя процесс дефекации непроизвольный, его можно задерживать.

Ободочная кишка переходит в прямую кишку с длиной около 12 см, и мышечными стенками. Стенки способны растягиваться, позволяя прямой кишке выполнять роль хранилища фекалий, также своими движениями они продвигают фекалии в анальный канал. Фекалии, поступающие в прямую кишку, относительно сухие, но прямая кишка имеет гландулярную выстилку, выделяющую слизь, которая выполняет роль смазки, облегчая прохождение фекалий.

Фекалии, поступающие в прямую кишку, содержат остатки непереваренной пищи, слизь, эпителиальные клетки (из выстилки пищеварительного тракта), бактерии и достаточно воды, чтобы обеспечить гладкое прохождение.

НЕДОСТАТОК МАССЫ

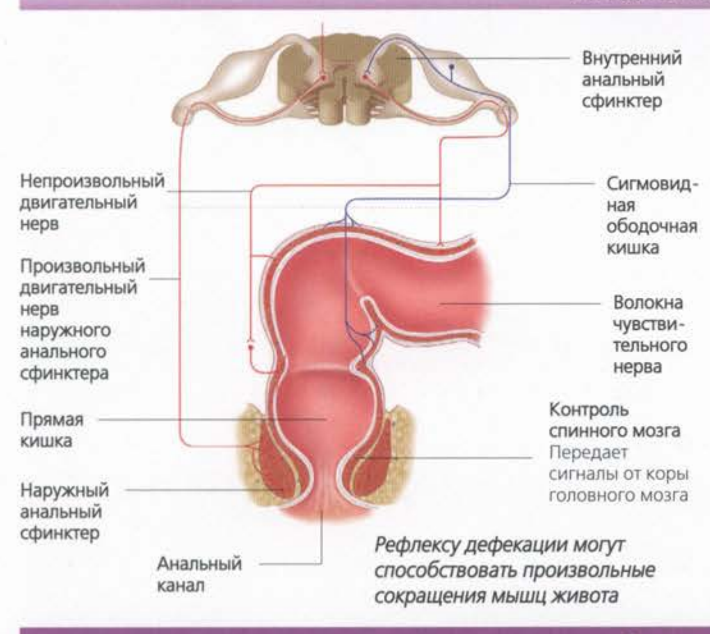
Если фекалиям в ободочной кишке недостает массы из-за нехватки в пище волокнистых и неперевариваемых элементов, то ободочная кишка сузится, и ее сокращения станут слишком сильными. Это вызывает повышенное давление на стенки ободочной кишки и может привести к появлению мешкообразных грыжеобразований, известных как дивертикулы.

Дивертикулы обычно возникают в области сигмовидной кишки. Это связано с болью в левой стороне таза и может иметь серьезные последствия. Дивертикулы могут лопаться, выпуская фекальные отходы в брюшную полость, что грозит тяжелой инфекцией.



Рентген с использованием бария показывает складки и повороты ободочной кишки. Из 500 мл остатков пищи, ежедневно поступающих в слепую кишку, только 150 мл становятся фекалиями

Анальный канал



Рефлексу дефекации могут способствовать произвольные сокращения мышц живота

Анальный канал, или анус,– это короткая узкая трубка длиной около 4 см, окруженная двумя кольцами мышц, известными как внутренний и наружный анальные сфинктеры. Функция анального канала состоит в том, чтобы держать закрытым наружное отверстие до тех пор, пока человек не будет готов к испражнению фекалий.

КОНТРОЛЬ ДЕФЕКАЦИИ

Процесс дефекации контролируется мозгом, посылающим сигналы мышцам сфинктера находиться в сокращенном состоянии.

Когда прямая кишка переполняется настолько, что не может больше растягиваться, в спином мозге возбуждается рефлекс испражнения, и мышцам прямой кишки посылается сигнал начинать сокращаться.

В это же время сигналы посылаются в мозг, предупреждая его о необходимости дефекации, но мозг продолжает сознательно контролировать мышцы сфинктеров, пока не наступит удобный момент для дефекации. После принятия решения о дефекации мозг позволяет мышцам сфинктера расслабиться, и мышечная стенка прямой кишки проталкивает фекалии через анальный канал.

У младенцев непроизвольная дефекация происходит потому, что они еще не приобрели способность контролировать мышцы сфинктеров. Происходит такое и у людей с повреждениями спинного мозга. Жидкий стул (диарея) случаются, когда остатки пищи слишком быстро проходят через толстую кишку, плохое поглощение воды может вызвать обезвоживание.

Аппендикс

Когда аппендикс воспаляется, возникает аппендицит. А это заболевание опасно для жизни

Ни слепая кишка, ни аппендикс не выполняют каких-то определенных функций в организме и, вероятно, являются рудиментами. Аппендикс – это узкий, закрытый с одного конца отросток кишки длиной до 10 см и 1 см в диаметре, идущий вниз от слепой кишки. Он присутствует у людей, у определенных видов человекообразных обезьян и, что любопытно, у вомбатов, австралийских сумчатых. Его происхождение, вероятно, связано с тем, что некоторые травоядные животные имеют в том же месте орган, действующий, как дополнительный желудок, где целлюлоза из растительной пищи переваривается бактериями. Если это так, то аппендикс человека – действительно рудиментарный орган, так как люди не могут переваривать целлюлозу. Но, возможно, у него развилась вторичная функция, связанная с ранним предупреждением об инфекции; как аденоиды и миндалины, аппендикс содержит множество лимфатических желез, чтобы противостоять инфекции.

Однако аппендикс может воспаляться, и тогда возникает аппендицит. Приступы аппендицита могут привести к смертельному исходу, поэтому в этих случаях аппендикс обычно удаляют хирургическим путем. Его можно удалять в любом возрасте, но при необходимости лучше делать это в молодости, так как к сорока годам аппендикс обычно почти полностью усыхает.

Как работает печень

Печень – один из самых сложных органов тела. Она контролирует более 500 химических реакций, вырабатывает и хранит вещества, необходимые для поддержания жизни.

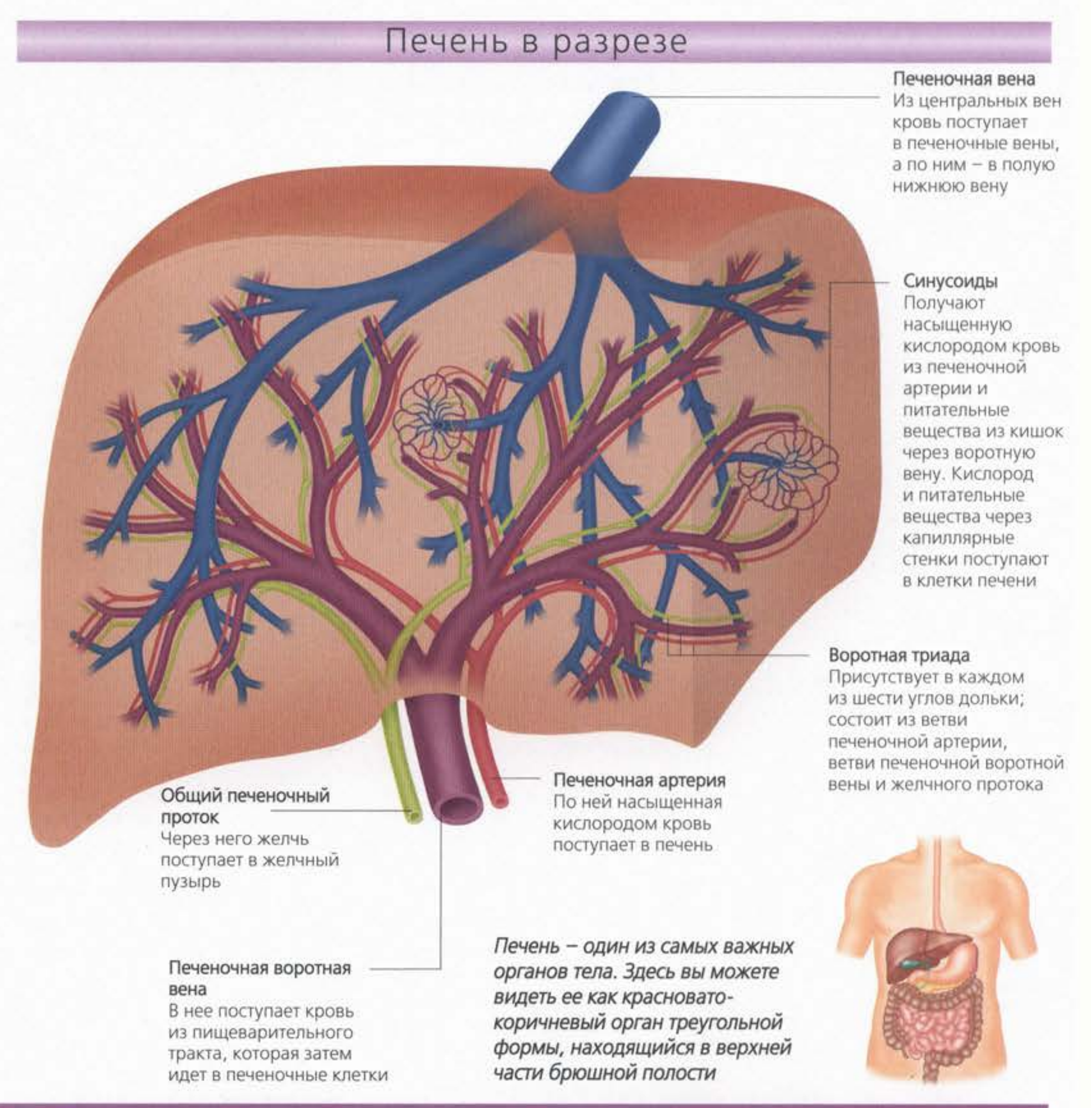
Печень является крупнейшим внутренним органом тела, ее масса составляет около 1,8 кг у мужчин и 1,3 кг у женщин. По форме печень напоминает прямоугольный треугольник, располагающийся в правой стороне живота, протянувшись через среднюю линию ниже верхушки сердца и позади желудка с левой стороны. Верхушка печени находится под пятым ребром, и с правой стороны она опускается чуть ниже десятого ребра – поэтому врачи, просовывая пальцы под ребра пациента с правой стороны, определяют, не увеличена ли печень.

СТРУКТУРА ПЕЧЕНИ

Печень красновато-коричневого цвета, и это не только самый крупный внутренний орган, но и самый сложный. Печень состоит из восьми долей, каждая из которых состоит из шестиугольных участков, называемых дольками, в свою очередь состоящих из центральной вены, окруженной гепатоцитами.

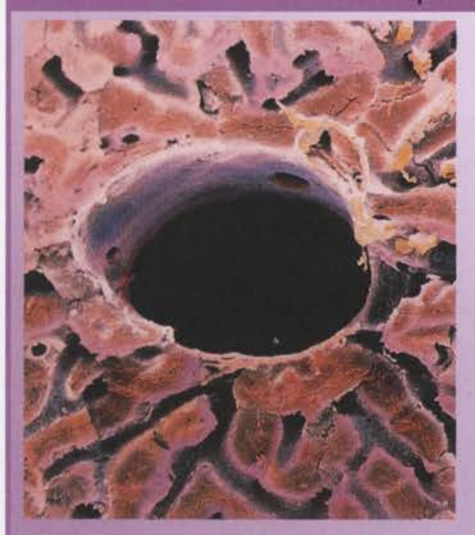
Вся структура пронизана сетью вен, артерий и протоков. Протоки – это каналы, в которые поступает желчь, вырабатываемая гепатоцитами, и через протоки желчь попадает в желчный пузырь, где и хранится. Он представляет собой мешок грушевидной формы длиной около 8 см и располагается ниже девятого ребра. Когда желчный пузырь раздувается, его иногда можно нащупать сразу под девятым ребром и немного левее.

Печень в разрезе



Печень – один из самых важных органов тела. Здесь вы можете видеть ее как красновато-коричневый орган треугольной формы, находящийся в верхней части брюшной полости

Процессы, происходящие в печени



Функции печени включают в себя контроль за более чем 500 химическими реакциями, что делает печень самым важным органом в процессе метаболизма – обмена веществ. Он включает в себя.

- Хранение углеводов. Печень расщепляет глюкозу, полученную из крови, и хранит ее в виде гликогена. Процесс протекает в обратном направлении, когда падает уровень глюкозы в крови или возникает внезапная потребность в дополнительной энергии.
- Удаление аминокислот. Печень расщепляет излишки аминокислот, составляющих белки, и превращает выделяющийся аммиак в мочевину, компонент мочи.

Кровь очищается от ядовитых веществ, проходя по синусам к центру дольки. Все дольки печени имеют центральную вену (на фотографии)

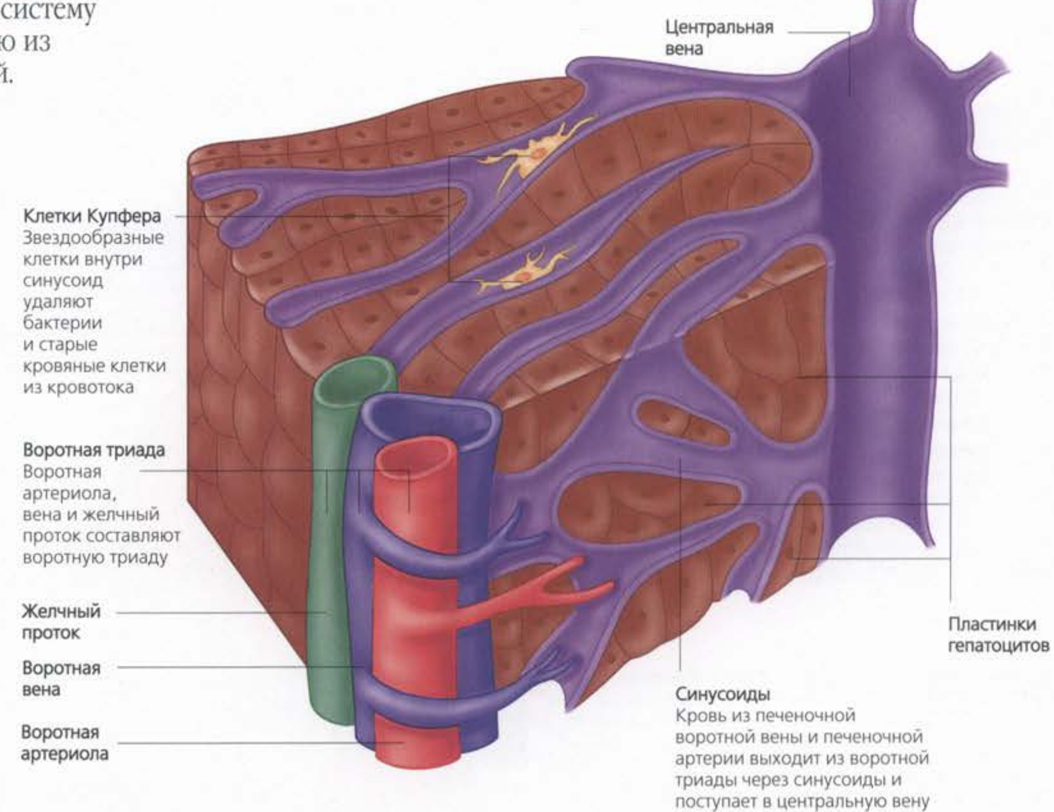
- Использование жира для выработки энергии. Когда в пище не хватает углеводов для удовлетворения потребности в энергии, печень расщепляет хранящийся жир на химические вещества (кетоны), использующиеся для выработки энергии и тепла.
- Выработку холестерина, необходимого для производства желчи и гормонов, таких как кортизол и прогестерон.
- Хранение минералов и витаминов. Печень хранит необходимые минералы, такие как железо и медь (они требуются для эритроцитов), и витамины A, B_{12} и D, обеспечивая организм годичным запасом.
- Обработка крови. Печень разрушает старые красные кровяные клетки и использует некоторые из их компонентов для производства желчных пигментов. Она также вырабатывает протромбин и гепарин – белки, влияющие на свертываемость крови.

Кровообращение в печени

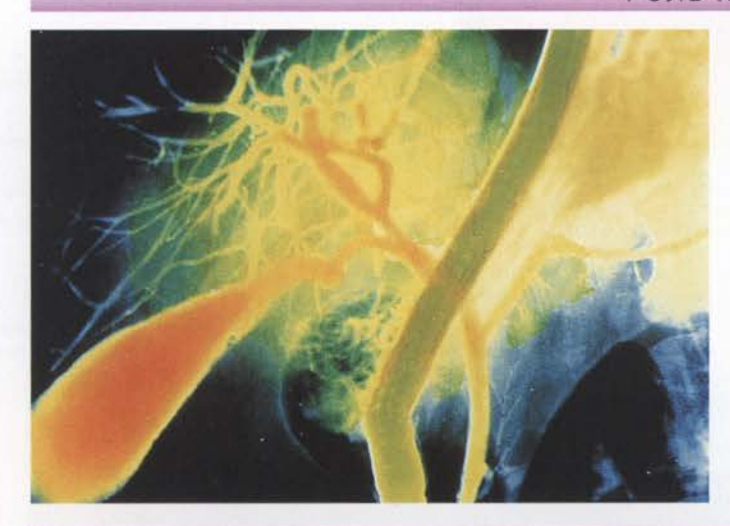
Печень имеет собственную систему кровообращения, состоящую из сложной сети вен и артерий.

Вены и артерии образуют собственную систему кровообращения печени, известную как «воротная система печени». Эта система предназначена для удаления вредных веществ из органов пищеварения до того, как они достигнут сердца. Система также вбирает из пищеварительного тракта некоторые компоненты пищи, чтобы они могли храниться для будущего использования.

Воротная вена собирает кровь из пищеварительного тракта и доставляет ее в печеночные клетки для обработки, тогда как печеночные артериальные ветви аорты снабжают печеночные клетки питательными веществами. После прохождения через капилляры печени кровь собирается печеночными венами в центре каждой дольки и проходит по главной печеночной вене в полую нижнюю вену, откуда возвращается в сердце, чтобы вновь нести организму кислород и питательные вещества.



Роль желчи

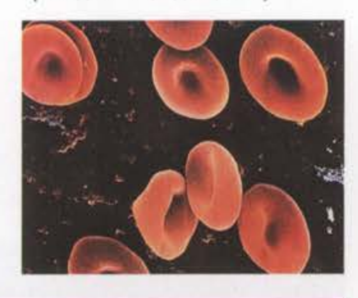


Желчь, необходимая для усвоения витаминов D и E и расщепления жиров, вырабатывается гепатоцитами и хранится в желчном пузыре; она состоит из желчных солей и желчных пигментов, образующихся после расщепления красных кровяных клеток, холестерина и лецитина.

Присутствие жиров в желудке заставляет желчный пузырь сжиматься, при этом желчь выдавливается в общий желчный проток и поступает в двенадцатиперстную кишку. Здесь она эмульгирует жиры, облегчая их пищеварение.

Раскрашенный рентгеновский снимок желчного пузыря и желчных протоков с использованием введения контрастного вещества

Электронный микроснимок красных кровяных клеток. Каждую минуту через печень проходит от 1,2 до 1,7 л крови



Заболевания печени



Печень расщепляет токсичные вещества, такие как алкоголь, на безвредные компоненты, впоследствии выводимые из организма. Она также обрабатывает химические вещества, производимые в нем. Чрезмерная нагрузка на печень может привести к серьезным заболеваниям.

В особо тяжелых случаях может возникать цирроз печени, при котором здоровая ткань печени повреждается и заменяется фиброзной рубчатой тканью, что приводит впоследствии к затвердению всего органа. Это опасно из-за значительного снижения регенеративной способности печени.

Желтуха – пожелтение кожи из-за избытка билирубина в крови – вероятный симптом повреждения печени, вызванного чрезмерным употреблением алкоголя

Цирроз – это заболевание печени, которое может вызвать алкоголь. При этом заболевании фиброзная ткань разрушает внутреннюю структуру печени (показано)



Функционирование почек

Почки отвечают за поддержание объема и химического состава жидкостей в теле. Они осуществляют это за счет фильтрации примесей в крови и выведения из организма излишков воды и побочных продуктов метаболизма в виде мочи.

Почки – главный выводящий орган тела, расположенный ближе к задней стенке живота, под диафрагмой. Почки отвечают за поддержание постоянного химического состава жидкостей за счет фильтрации токсинов и побочных продуктов метаболизма. Конечным продуктом этого процесса является выводимая из тела моча.

Одновременно с этим почки обеспечивают необходимый объем крови (водо-солевой баланс) и нормальную кислотность. Этот сложный процесс называется гомеостаз.

УСТРОЙСТВО ПОЧКИ

Внутри почки имеются три определенных участка: почечное корковое вещество (крайний участок), почечная лоханка (внутренний участок) и мозговое вещество (срединный участок). Корковое вещество на вид гранулированное и светлое, оно содержит сеть артерий, вен и капилляров. Мозговое вещество темнее, полосатое, поделено на конические структуры, известные как почечные пирамиды. На вершине каждой пирамиды имеются сосочки, это такие удлинения, которые проходят в почечную лоханку через полости, известные как чашки.

В почке свыше миллиона структурных единиц, обрабатывающих кровь, которые называются нефроны. Моча, вырабатывающая их, поступает в лоханку через чашки. Лоханка, в свою очередь, соединена с мочеточником, выводящим мочу в мочевой пузырь.

Внутренняя структура почки

Почечное корковое вещество
Крайний участок почки; содержит капиллярные пучки нефронов

Мозговое вещество
Срединный участок почек, состоит из почечных пирамид и сборников мочи

Почечная лоханка
Внутренний участок почек; разделен на две или три ветви, известные как чашки

Почечная артерия
Снабжает почку кровью через артерию, непосредственно соединенную с аортой

Почечная вена
Переносит кровь из почки непосредственно в полую вену (одна из основных вен сердца)

Мочеточник
Трубки длиной 30 см, выводящие мочу из почечной лоханки в мочевой пузырь

Дуговые артерии
Поставляют кровь в почки; около 90% крови поступает в корковое вещество

Капсула почки
Волокнистая ткань, обволакивающая каждую почку

Почечная пирамида
Состоит из параллельных пучков трубок, собирающих мочу

Сосочек
Верхушка почечной пирамиды; переносит мочу в лоханку через чашки

Чашка
Большие и маленькие полости, укрывающие вершины почечных пирамид; здесь собирается моча перед поступлением в лоханку

Жировая ткань
Мягкая, жирная ткань, подстилающая чашки

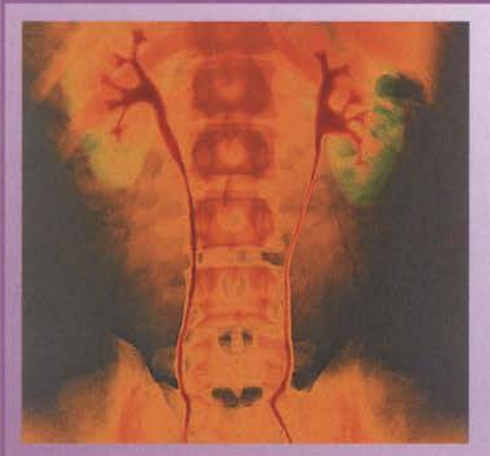
Дуговые вены
Отводят кровь, выходящую из почки, в почечную вену

Почки обрабатывают ежедневно около 180 л крови, но менее 1% (1,5 л) от этого количества выводится из тела в виде мочи. Отходы через мочеточник поступают прямо в мочевой пузырь, где хранятся до момента удаления из тела

Венаф
Почка
Артерия
Мочеточник
Мочевой пузырь

Почки – это парный орган, расположенный по обе стороны спинного хребта в задней части живота. Их масса составляет всего около 1% от общей массы тела, но почки получают 20% крови, перекачиваемой сердцем.

Выведение мочи



На снимке в контрастной среде ясно видны почки (зеленые) и мочеточники (красные – каналы, соединяющие почки с уретрой). Мочевой пузырь – темно-красная круглая масса внизу снимка

Образование мочи представляет собой трехступенчатый процесс: фильтрация, реабсорбция и выделение. После реабсорбции необходимого количества воды и важных питательных веществ жидкость, остающаяся в канальце,– и есть моча, поступающая в собирающие ее протоки, затем в мочеточник и выводимая из тела через мочевой пузырь.

Стенки мочеточника состоят из мышечной ткани. Регулярные сокращения (перистальтика) выталкивают мочу в мочевой пузырь каждые 10–60 секунд. Мочеточники, проходящие косо через мочевой пузырь, закрывают мочеиспускательное отверстие, что предотвращает обратный отток мочи.

Мышцы мочевого пузыря контролируются непроизвольной нервной деятельностью. Мочевой пузырь наполняется без повышения внутреннего давления почти до заполнения. Когда он полон, давление внутри значительно увеличивается, активируется рефлекс спинного мозга, сокращаются мышцы и происходит опорожнение через мочеиспускательный канал (уретру) – мочеиспускание. Первые позывы к этому ощущаются при объеме мочевого пузыря около 150 мл. При увеличении объема до 400 мл возникает настоятельная потребность в мочеиспускании.

Выработка мочи

Каждую минуту в почку взрослого человека поступает примерно 1 л крови. В почке свыше 1 млн структурных единиц, вырабатывающих мочу, и все они каждую минуту вырабатывают 1 мл мочи.

Нефрон – это функциональная, структурная единица почки, которая фильтрует кровь и отвечает за выработку мочи. В каждой почке свыше миллиона нефронов, а также тысячи протоков, в которых собирается моча.

Нефрон состоит из двух основных элементов: клубочка и связанного с ним почечного канальца. Клубочек – это плотный шар из капилляров, расположенный в почечном корковом веществе, а его канальцы, через которые вода и химические вещества поступают в кровь, отходят вниз в мозговое вещество.

Нефрон и его кровоснабжение

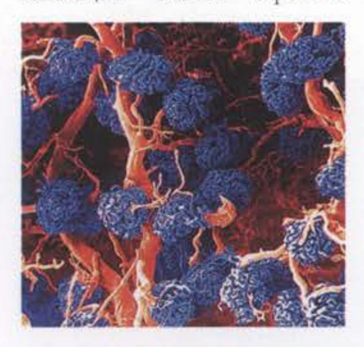


Нефрон является активной фильтрующей единицей почек. Он состоит из двух основных элементов: клубочка, фильтрующего кровь, и почечного канальца, повторно всасывающего полезные вещества назад в кровь и удаляющего отходы. Каналец поделен на сегменты: проксимальный каналец, петля Генле и дистальный каналец

БОУМЕНОВА КАПСУЛА

В одном конце почечного канальца, полностью закрывающего клубочек, находится закрытая структурная единица, которая называется капсула Шумлянского-Боумена. Капсула Шумлянского-Боумена, чаще именуемая капсулой почечного клубочка, имеет форму чаши, стенки которой образованы эпителиальными листками. Вместе боуменова капсула и клубочек называются почечным тельцем и отвечают за фильтрацию отходов и вывод их в почечный каналец.

Другой конец почечного канальца соединен с мочесборным канальцем. Особое строение и функции клеток почечного канальца необходимы для выводящей и гомеостатической функций нефрона в целом.



Клубочки – это плотные узелки кровеносных капилляров (синие) в почках. Каждый клубочек образует часть крохотного фильтра, удаляющего токсичные отходы из крови

ВЫВЕДЕНИЕ ОТХОДОВ ПРОЦЕССА МЕТАБОЛИЗМА

Отходы метаболизма устраняются почками через нефроны. Они также выводят токсины, поглощенные или выработанные организмом. Основным продуктом отходов в моче являются мочевина (результат метаболизма белков), креатинин (из мышц), мочевая кислота (результат метаболизма нуклеиновых кислот), билирубин (результат метаболизма гемоглобина) и продукты расщепления гормонов.

Нефрон обеспечивает процесс секреции, за которым следует реабсорбция. Питательные вещества и отходы свободно поступают из крови клубочка в боуменову капсулу. Эти химические вещества сопровождаются водой и многими необходимыми питательными веществами, которые должен повторно использовать организм.

Реабсорбция протекает в оставшихся частях нефрона и почечных канальцев. Отходы постепенно скапливаются в протоках, откуда и выводятся из организма.

Основная реабсорбция происходит в части почечных канальцев, которая называется дистальным извитым канальцем (см. рис. вверху). Реабсорбция и часть секреции, проходящие здесь и в петле Генле, зависят от потребностей тела в определенный момент.

Тесно связаны с капиллярным ложем клубочка и почечными канальцами перитубулярные капилляры. Это другой важный элемент процесса реабсорбции. Давление в этих капиллярах гораздо ниже, чем в клубочке, что позволяет воде и питательным веществам свободно поступать в них, повторно всасываться и возвращаться в кровь.

Капиллярные сети

При входе в почку почечная артерия разделяется на несколько ветвей, расходящихся в корковое вещество. В нем ветви снова разделяются на все более мелкие и мелкие сосуды. Конечная ветвь называется артериолой. Каждая артериола снабжает кровью один нефрон.

Анатомия артериального кровоснабжения почечных нефронов уникальна, поскольку каждый нефрон имеет два, а не одно, капиллярных ложа. Артериола, питающая нефрон, известна как выносящая артериола. Это плотное сплетение капилляров, образующее клубочек.

Выходя из капиллярного пучка, микрососуды соединяются вместе и образуют артериолу, которая называется приносящей клубочковой артериолой. Затем эта артериола снова разделяется на перитубулярные капилляры – вторую сеть микрососудов, окружающих мочесборный каналец по всей его длине. Эти капилляры изливаются в сосуды венозной системы, а оттуда – в почечную вену.

Давление в клубочке высокое, в результате чего жидкость, питательные вещества и отходы вытесняются из крови в капсулу нефрона. Давление в перитубулярных капиллярах низкое, что обеспечивает процесс реабсорбции. Регулировка разницы давлений в двух капиллярных ложах контролирует выведение и реабсорбцию воды и химических веществ в кровь. Изменение давления в почечной артерии сопровождается реактивным изменением тонуса приносящей артериолы, что поддерживает постоянный кровоток в почке.



Снимок нормальной почки демонстрирует сложные капиллярные сети этого органа. В каждой почке примерно миллион артериол

Как почки контролируют артериальное давление

Почки играют фундаментальную роль в долговременном регулировании артериального давления. Артериальное давление должно быть стабильным, чтобы органы надлежащим образом снабжались кровью и кислородом.

Почки – это парный орган бобовидной формы, расположенный по обе стороны таза. У почек две основные функции.

■ Регулирование солевого и водного баланса в теле.

■ Выведение отходов, таких как мочевина, излишки соли, и других веществ в виде мочи.

СИСТЕМА ФИЛЬТРАЦИИ

Почки содержат миллионы микроскопических фильтрующих структурных единиц – нефронов, являющихся рабочими компонентами почек. Некоторые вещества, содержащиеся в крови (например, глюкоза), отфильтровываются, но затем снова поступают в кровоток, тогда как вредные отходы и излишки воды выводятся из организма в виде мочи.

АРТЕРИАЛЬНОЕ ДАВЛЕНИЕ

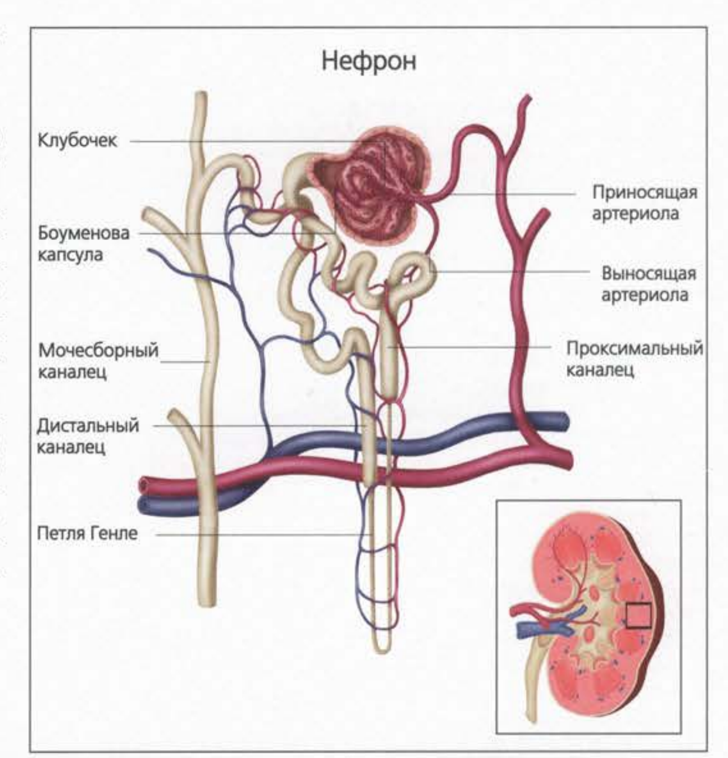
Почки играют необычайно важную роль в долговременном регулировании артериального давления. Оно определяется как давление крови на стенки главных артерий, и это показатель работы системы кровообращения.

РЕГУЛИРОВАНИЕ

Артериальное давление должно регулироваться для надлежащего снабжения органов кислородом.

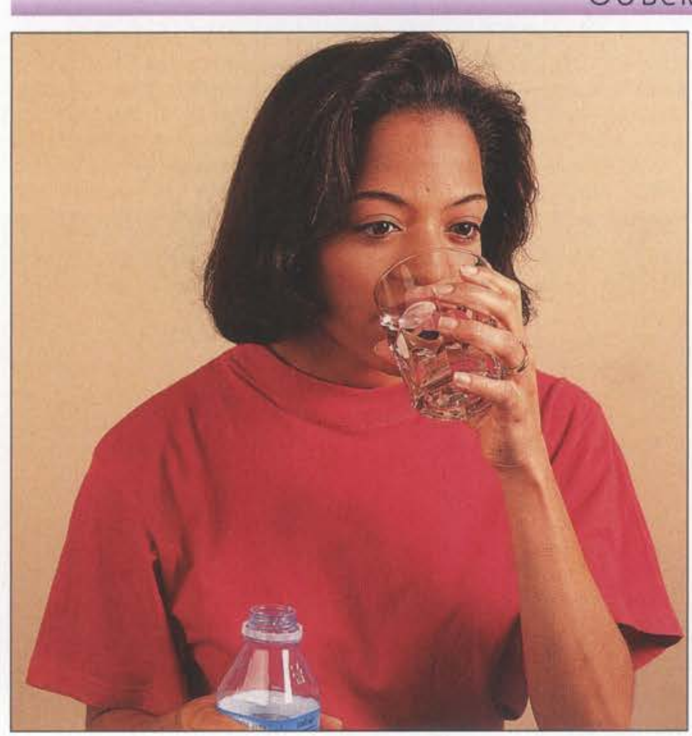
■ Гипотония (низкое артериальное давление) означает ненормальное кровоснабжение. Она может привести к тому, что важные органы будут получать недостаточно крови, обогащенной кислородом, и результатом этого может стать шок.

■ Гипертония (значительно повышенное артериальное давление) означает, что сердце вынуждено работать интенсивнее, чтобы перекачивать кровь в условиях сильного сопротивления в системе артериального кровообращения. Нагрузка на сердце растет.



Почки фильтруют кровь. Некоторые вещества снова поступают в кровь, тогда как другие, например излишки воды и отходы, выводятся в виде мочи

Объем крови



Употребление воды – важный способ поддержания объема крови. Почки используют воду и степень концентрации соли для контроля артериального давления

Ряд органов поддерживает артериальное давление в нормальных пределах как в короткие периоды, так и долгосрочно. Почки играют важную роль в долговременном регулировании артериального давления.

ОБЪЕМ КРОВИ

Почки помогают поддерживать гомеостаз (равновесие) процесса кровообращения за счет регулирования объема крови. Хотя объем крови различен в зависимости от пола и возраста, почки обычно поддерживают общий объем циркулирующей крови на уровне примерно пяти литров.

Любые значительные изменения этого объема влияют на артериальное давление.

■ Увеличение объема крови приводит к повышению артериального давления. Например, чрезмерное употребление соли, в результате чего удерживается вода, может привести к его повышению.

■ Уменьшение объема крови приводит к понижению артериального давления. Основные причины этого – значительные потери крови или обезвоживание организма.

СИСТЕМА ОБРАТНОЙ СВЯЗИ

Почки определяют любые изменения объема крови или артериального давления через систему обратной связи и адекватно реагируют на это.

■ Когда объем крови увеличивается, почки удаляют больше воды из крови, уменьшая объем крови и восстанавливая нормальное артериальное давление.

■ Когда объем крови уменьшается, почки поглощают меньше воды, восстанавливая тем самым нормальное артериальное давление.

Почечные гормоны

Объем крови показывает артериальное давление. Почки отслеживают абсорбцию крови и уровень содержания натрия.

Почки регулируют артериальное давление, изменяя количество испускаемой мочи, то есть регулируют объем крови. Когда артериальное давление низкое, почки удерживают воду в системе кровообращения, а когда давление поднимается, они позволяют большему количеству воды выходить из организма в виде мочи.

ОБЪЕМ ФИЛЬТРАЦИИ

В каждом нефроне (основная функциональная единица почки) имеется пучок артериол – клубочек. Вода и растворы «выталкиваются» из крови в собирательные канальцы за счет высокого артериального давления в клубочке. Почки обычного человека фильтруют около 125 мл в минуту. Если артериальное давление слишком низкое, вода будет оставаться в системе кровообращения, способствуя повышению давления. Если артериальное давление высокое, больше воды будет выталкиваться в канальцы и выходить из организма в виде мочи.

МЕХАНИЗМ ОБРАТНОЙ СВЯЗИ

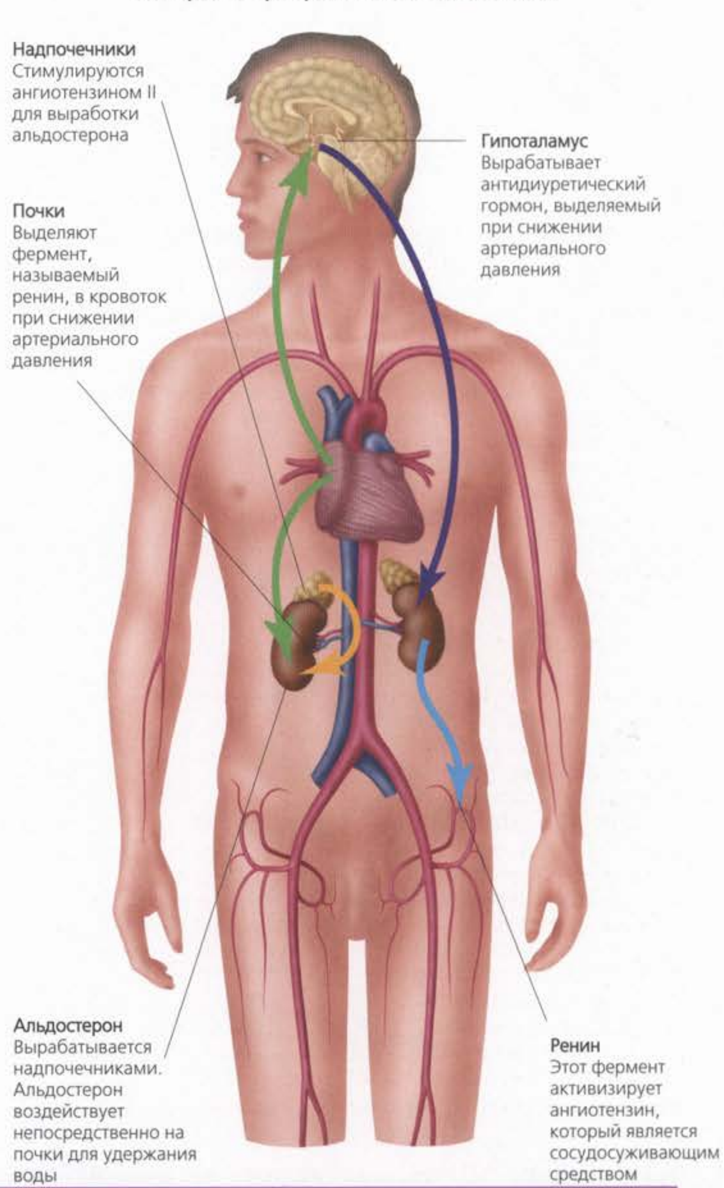
Стенки кровеносных сосудов, питающих нефроны, содержат особые клетки, определяющие артериальное давление. Именно они активизируют дополнительные процессы, необходимые для восстановления нормального давления.

- Артериальное давление падает ниже нормального предела, и особые клетки улавливают это.
- Гормон ренин попадает в кровоток.
- Ренин превращает ангиотензин в ангиотензин I, затем становящийся ангиотензином II по мере прохождения через легкие в кровь.
- Ангиотензин II стимулирует надпочечники, которые вырабатывают альдостерон.
- Альдостерон воздействует непосредственно на нефроны с тем, чтобы больше соли и воды возвращалось в кровоток. В результате повышается артериальное давление. В дополнение к этому ангиотензин II сужает кровеносные сосуды, увеличивая давление в них.

АНТИДИУРЕТИЧЕСКИЙ ГОРМОН

Гипоталамус головного мозга также играет свою роль. Когда концентрация воды в крови низкая, что потенциально приводит к снижению артериального давления, гипоталамус выделяет антидиуретический гормон (АДГ), воздействующий на канальцы в нефронах, делая их более проницаемыми, чтобы больше воды вернулось в кровь.

Контроль артериального давления



Почки помогают контролировать артериальное давление, используя механизм обратной связи. На этом рисунке показана последовательность регулировки

Причины повышения и понижения артериального давления



Обычно нормальное давление у взрослого человека в спокойном состоянии –120/80 мм рт. ст., но на его величину могут влиять самые различные факторы.

- Возраст. На протяжении жизни артериальное давление возрастает. Это происходит потому, что артерии теряют эластичность, амортизирующую силу сердечных со-кращений.
- Пол. У мужчин обычно более высокое артериальное давление, чем у женщин или детей.
- Образ жизни. У тучных людей, злоупотребляющих алкоголем и испытывающих продолжительные стрессы, артериальное давление повышенное.

На величину артериального давления влияет ряд факторов, таких как возраст и стресс. Людям из групп риска следует следить за давлением

Гипертензия

Ненормально высокое давление (гипертензия) может вызываться рядом факторов, но обычно причиной является атеросклероз, обусловленный сужением кровеносных сосудов.

Воздействие атеросклероза на почечные артерии вызывает долговременные сбои в системе регулирования артериального давления.

Гипотензия

Ненормально низкое артериальное давление (гипотензия) обычно вызывается уменьшением объема крови или увеличением просвета кровеносных сосудов. Это происходит в случае серьезных ожогов или обезвоживания организма (в обоих случаях объем крови уменьшается) или при сепсисе, вызывающем расширение сосудов.

Рвотный рефлекс

Рвота – это защитный рефлекс, обеспечивающий удаление токсинов из желудка и тонкой кишки. Неприятное ощущение, часто предшествующее рвоте (тошнота), также компонент этого рефлекса.

Ощущение тошноты обычно возникает перед рвотой и выполняет роль «раннего предупреждения». Тошнота предотвращает дальнейшее поступление в организм токсинов и активирует мощную ответную реакцию, вызывающую у организма отторжение токсинов.

Однако тошнота и рвота могут возникать по другим поводам, таким как беременность, морская болезнь, воздействие радиации, цитотоксическая химиотерапия, воздействие анестезии. В этих случаях в желудке нет токсинов, поэтому освобождение его от содержимого не принесет облегчения.

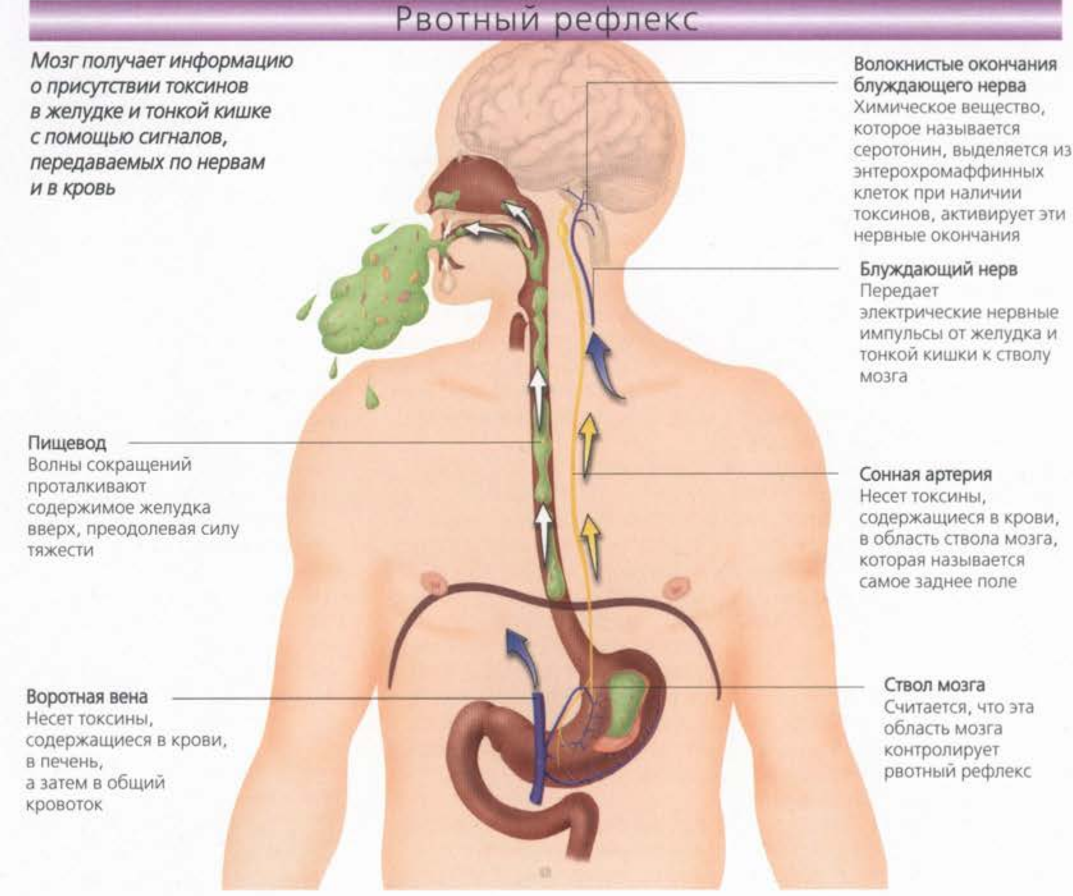
НЕРВНЫЙ ВХОД

Слизистые энтерохромаффинные клетки, расположенные в желудке и тонкой кишке, реагируют на присутствие токсинов путем выделения нейромедиатора – серотонина.

Молекулы серотонина, в свою очередь, активируют волокнистые окончания блуждающего нерва. Этот нерв передает через брюшную и грудную полости электрические импульсы, в конечном итоге приходящие в область ствола мозга (расположена сразу над спинным мозгом), которая называется ядро одиночного пути.

Рвотный рефлекс координируется группами нейронов – «рвотных центров», находящихся в стволе мозга; точное местонахождение «рвотных центров» неизвестно. Однако входы, способные активировать рвотный рефлекс, сходятся в ядре одиночного пути, что дает возможность предположить, что нейроны ядра одиночного пути тоже являются рвотными центрами или же способны каким-то образом регулировать рвотный рефлекс.

Рвотный рефлекс



КРОВОТОК

В качестве альтернативы токсины, поглощенные кровотоком из желудка или тонкой кишки, могут активировать область ствола мозга рядом с ядром одиночного пути, которая называется самое заднее поле. Считается, что эти нейроны способны определять присутствие токсинов в крови. Ядро одиночного пути и самое заднее поле взаимодействуют друг с другом.

Морская болезнь



Ученые считают, что морская болезнь возникает тогда, когда информация о положении тела, передаваемая глазами, не соответствует информации, передаваемой вестибулярной системой, расположенной во внутреннем ухе.

Это подтверждается тем фактом, что когда область мозга, получающая сигнал от вестибулярных органов, повреждена – например, после апоплексического удара, – пациент перестает страдать морской болезнью.

Катающиеся на американских горках могут часто испытывать тошноту из-за дезориентирующего воздействия противоречивых сенсорных сигналов

Вестибулярный аппарат, расположенный во внутреннем ухе, контролирует чувство равновесия, информируя о движениях тела в пространстве

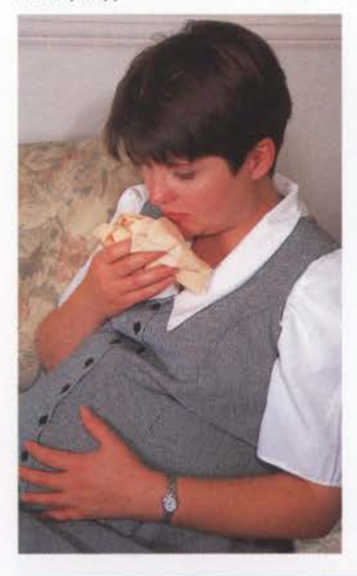


Опорожнение содержимого желудка

Рвоте предшествует расслабление мышц желудка, после чего возникают позывы на рвоту – повторяющиеся сокращения мышц желудка и диафрагмы.

Примерно за 2–10 минут до рвоты желудок расслабляется. Затем в середине тонкой кишки начинается мощное мигрирующее сокращение, которое быстро распространяется (5–10 см в секунду) к желудку. Это сокращение выдавливает содержимое тонкой кишки назад в желудок, запирает поглощенный токсин в желудке и предот-вращает его дальнейшее всасывание.

Тошнота и рвота часто возникают во время беременности. Одной из причин этого является отрыгивание желудочной кислоты в пищевод



МЫШЕЧНЫЕ СОКРАЩЕНИЯ

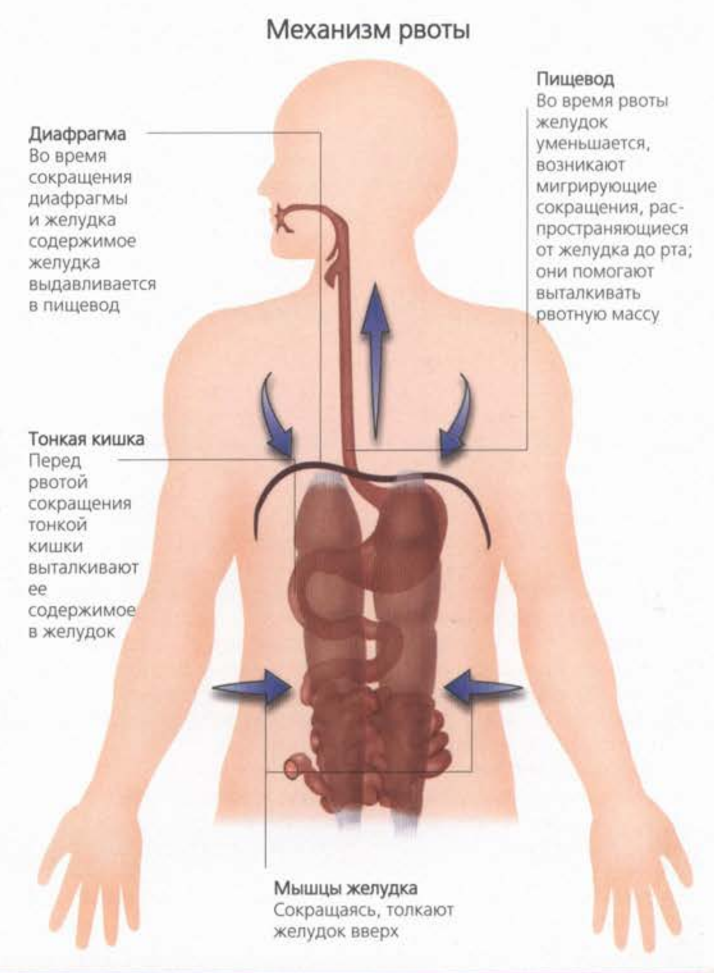
Мышцы желудка и диафрагма неоднократно сокращаются и расслабляются синхронным образом, выталкивая содержимое желудка в пищевод и далее (рвотные позывы). Рвотные позывы придают движение содержимому желудка.

Характерная поза тела облегчает рвотный процесс – туловище согнуто, голова вытянута вперед, спина прямая. Затем мышцы желудка и диафрагмы производят мощное, длительное сокращение, внутрибрюшное давление в момент рвотных позывов достигает 200 мм рт. ст.

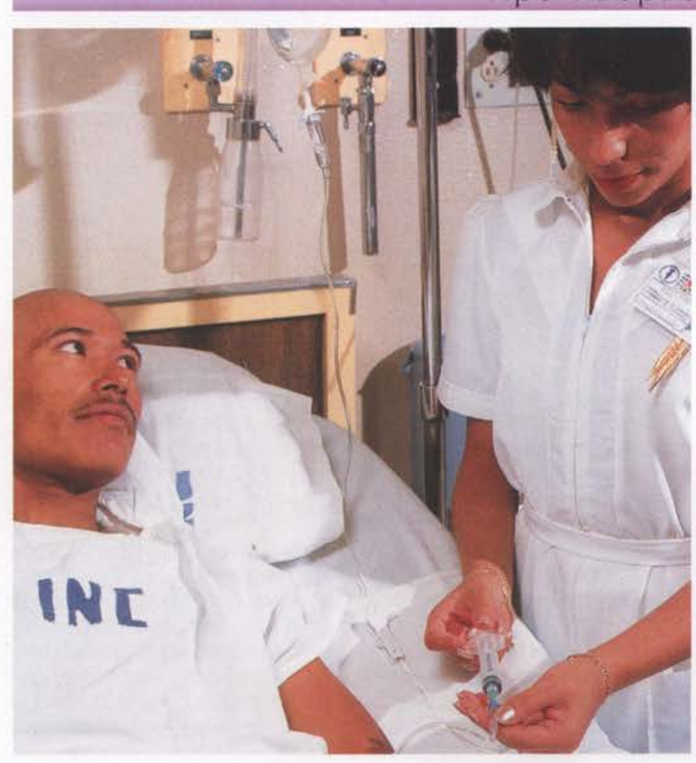
В это время голосовая щель закрывается (чтобы содержимое желудка не попало в легкие, что может привести к тому, что человек захлебнется), пищевод сокращается, рот непроизвольно открывается, и внутреннее давление выталкивает содержимое желудка из организма.

На рисунке показано, как в результате сочетания действий различных мышц содержимое желудка выталкивается из тела. Этот процесс известен как рвота

Механизм рвоты



Противорвотная терапия



Тошнота и рвота представляют собой серьезную проблему. Они могут настолько изматывать больных раком, принимающих химио- или радиотерапию, что некоторые пациенты отказываются от процедур, которые могли бы спасти им жизнь. Тошнота и рвота настолько неприятны, что пациенты не хотят возвращаться в больницу.

Противорвотные препараты обычно вводятся внутривенно перед тем, как больной раком проходит сеанс химиотерапии



АНТАГОНИСТЫ СЕРОТОНИНА

Поэтому такие препараты, как ондансетрон, блокирующие рецепторы серотонина, широко используются для предотвращения рвоты при химиотерапии.

Эти препараты связывают рецепторы серотонина, расположенные на брюшных вагальных волокнах, предотвращая выделение серотонина.

Однако антагонисты серотонина не являются универсальным противорвотным средством. Их клиническая эффективность ограничена только рвотой, вызываемой радиацией и цитотоксическими препаратами. Они неэффективны против тошноты и рвоты, вызываемой морской болезнью, анестезией и другими фармакологическими препаратами.

Эта ампула содержит одну дозу противорвотного препарата, используемого для профилактики рвоты при химиотерапии

Половая зрелость

В период наступления половой зрелости подростки испытывают физические и эмоциональные изменения благодаря выработке половых гормонов, обусловливающих развитие, необходимое для воспроизведения потомства.

Половое созревание – это период физических изменений, которые протекают в юном возрасте и приводят к половой зрелости. У девочек этот период проходит в возрасте 10–14 лет, а у мальчиков он начинается в возрасте 10–14 лет и продолжается примерно до 17 лет.

ВТОРИЧНЫЕ ПОЛОВЫЕ ПРИЗНАКИ

Физические изменения, происходящие в период полового созревания, выражаются в появлении вторичных половых признаков, таких как понижение тона голоса у мальчиков и рост грудей у девочек.

УСИЛЕННЫЙ РОСТ

В период полового созревания стремительный рост наблюдается у девочек в возрасте 10, а у мальчиков – 12 лет. Темп роста может достигать 8–10 см в год. Так как половая зрелость у мальчиков наступает позже, чем у девочек, период роста у мальчиков растягивается, поэтому обычно они значительно выше девочек.

Этот усиленный рост постоянно воздействует на различные части тела, поэтому в этот период тело может выглядеть непропорциональным.

В первую очередь наблюдается усиленный рост ступней, затем ног и торса. В последнюю очередь развивается лицо, главным образом нижняя челюсть.

За это время масса тела может увеличиваться почти вдвое. У девочек это происходит главным образом из-за увеличения жировых отложений в ответ на изменения уровня гормонов, а у мальчиков благодаря увеличению мышечной массы.

ТЕНДЕНЦИИ

Исследования показывают, что менархе (время появления первой менструации) возникает у девочек все в более и более раннем возрасте, каждые десять лет раньше на шесть месяцев. Это объясняется улучшением питания. Половое созревание мальчиков также наступает раньше.



Период полового созревания наступает у девочек в разных возрастах. Однако к 16 годам большинство девочек достигают одинакового уровня половой зрелости

Стимуляция гормонами



Кроме серьезных физических изменений, подростки страдают от эмоциональных последствий изменений гормональных уровней

Период полового созревания стимулирует выработка гонадотропина – гормона, выделяемого гипоталамусом.

Точно не известно, что инициирует выделение этого гормона. Существует предположение, что его выработка контролируется взаимодействием шишковидного тела и гипоталамуса, играющего роль биологических часов.

СТИМУЛЯЦИЯ ПОЛОВОЙ ЖЕЛЕЗЫ

Выделение гормона гонадотропина стимулирует небольшую железу в мозге, известную как гипофиз. Гипофиз инициирует выработку группы гормонов, известных как гонадотропины (стимуляторы половой железы), примерно в возрасте 10–14 лет.

Гонадотропины стимулируют яичники на выделение эстрогенов, а семенники – на выработку тестостерона. Именно эти гормоны отвечают за развитие вторичных половых признаков в период полового созревания.

ЭМОЦИОНАЛЬНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ

Многие физические изменения, происходящие в период полового созревания, сопровождаются рядом эмоциональных изменений. Главные причины этого следующие.

- Подросток может испытывать проблемы в связи с многочисленными физическими изменениями, происходящими в его теле. Например, появление менструаций у девочек и понижение голоса у мальчиков может вызывать стрессы и оказывать эмоциональное влияние на сознание.
- Изменения уровней гормонов в период полового созревания могут серьезно влиять на настроение, в результате чего у подростков наблюдаются резкие перемены настроения, агрессия, плач и потеря уверенности в себе.

Период полового созревания

Тестостерон, главный гормон периода полового созревания, вызывает сложные и серьезные изменения в организме у мальчиков и девочек.

Мальчики вступают в период полового созревания в возрасте 10–14 лет. Физические изменения в организме происходят в это время благодаря действию мужского полового гормона – тестостерона. Это гормон, усиливающий рост, вырабатывается особыми клетками в яичках.

ВЫРАБОТКА СПЕРМЫ

До наступления периода полового созревания в яичках содержится множество клеточных канатиков. С наступлением этого периода клетки в центре канатиков отмирают, и канатики становятся полыми трубочками, они называются семенными канальцами, и в них образуются сперматозоиды.

Выработка тестостерона в яичках, в свою очередь, активирует:

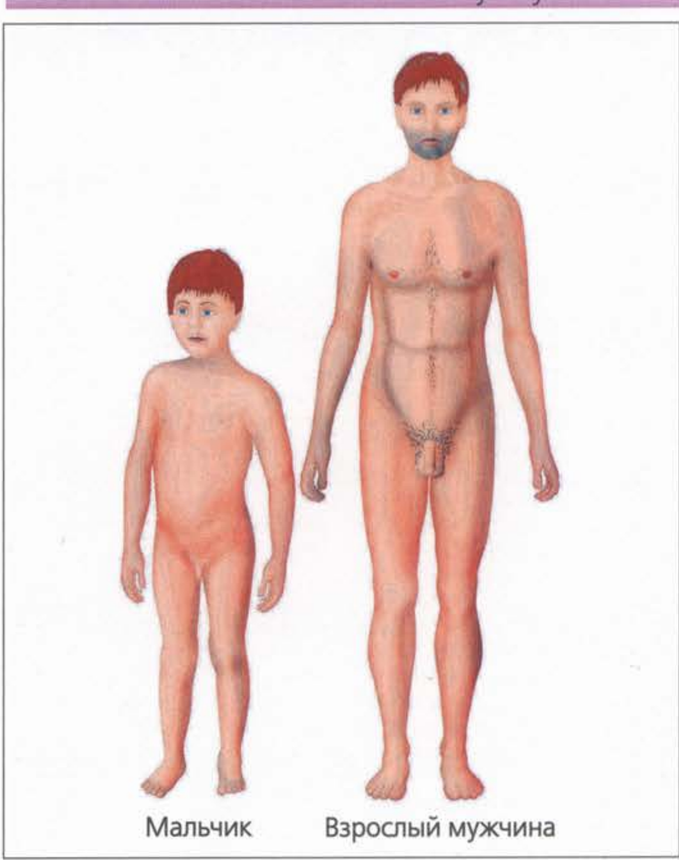
- Выработку спермы. Каждую секунду вырабатывается большое количество сперматозоидов – около 300–600 на 1 г массы яичка.
- Рост яичек, мошонки и пениса.
- Самопроизвольные эрекции; к этой врожденной функции теперь прибавляется и психологическое воздействие.
- Созревание семявыносящих протоков и увеличение семенных пузырьков (мешочки, в которых хранится сперма).
- Увеличение предстательной железы, которая начинает вырабатывать жидкость, составляющую часть семенной жидкости.
- Семяизвержение – впервые происходит примерно через год после периода усиленного роста пениса.

ДРУГИЕ ИЗМЕНЕНИЯ У МАЛЬЧИКОВ

Изменения продолжаются примерно до 17 лет. Увеличивается голосовой аппарат, удлиняются голосовые связки, голос становится низким и более звучным. Начинают расти волосы в области лобка, под мышками, на лице и груди. Тестостерон также ускоряет развитие мышц.

Выработка тестостерона активизирует половое созревание у мальчиков. Это приводит к росту половых органов, появлению волос на теле и к увеличению мышечной массы

Физические изменения у мужчин



Половое созревание у девочек

Период полового созревания у девочек начинается обычно в возрасте 10–14 лет, но у всех он протекает по-разному, поэтому у некоторых девочек половое созревание наступает раньше, чем у других.

К 16 годам большинство девочек достигают одинакового уровня половой зрелости. Период полового созревания характеризуется значительным ростом тела, изменениями в пропорциях тела и кардинальными изменениями в половых и репродуктивных органах.

Физические изменения у женщин



ФОРМИРОВАНИЕ ГРУДЕЙ

Первым признаком полового созревания у девочек обычно является формирование грудей. Гормоны стимулируют увеличение сосков и рост грудной ткани по мере развития молочных желез и млечных протоков. После этого груди растут очень быстро.

НАДПОЧЕЧНИКИ

В период полового созревания надпочечники начинают вырабатывать мужские половые гормоны, такие как тестостерон. Их основные функции.

- Вызывают стремительный физический рост.
- Обусловливают появление волос на лобке и под мышками.

Менструации обычно начинаются примерно через год после начала действия этих гормонов.

РАЗВИТИЕ БЕДЕР

Изменения происходят в костях таза, они становятся шире. Эти изменения происходят в связи с увеличением жировых отложений вокруг грудей, бедер и ягодиц, они придают женским телам большую округлость.

Половое созревание считается завершенным, когда менструация становится регулярной. Это означает, что овуляция происходит ежемесячно, и зачатие возможно.

У девочек в период полового созревания происходят значительные физические изменения

Аномалии

Ненормальные изменения в гипоталамусе или надпочечниках (опухоль) могут сделать период полового созревания более ранним. Известны такие редкие явления, как преждевременная половая зрелость, ее результатом может быть полное половое развитие у детей.

Наступление половой зрелости может задерживаться в результате плохого питания или постоянной физической нагрузки. У многих спортсменов половая зрелость не наступает, пока они не снижают физические нагрузки.

На процесс могут также влиять генетические заболевания (цистоаденофиброма).

Мужская репродуктивная система

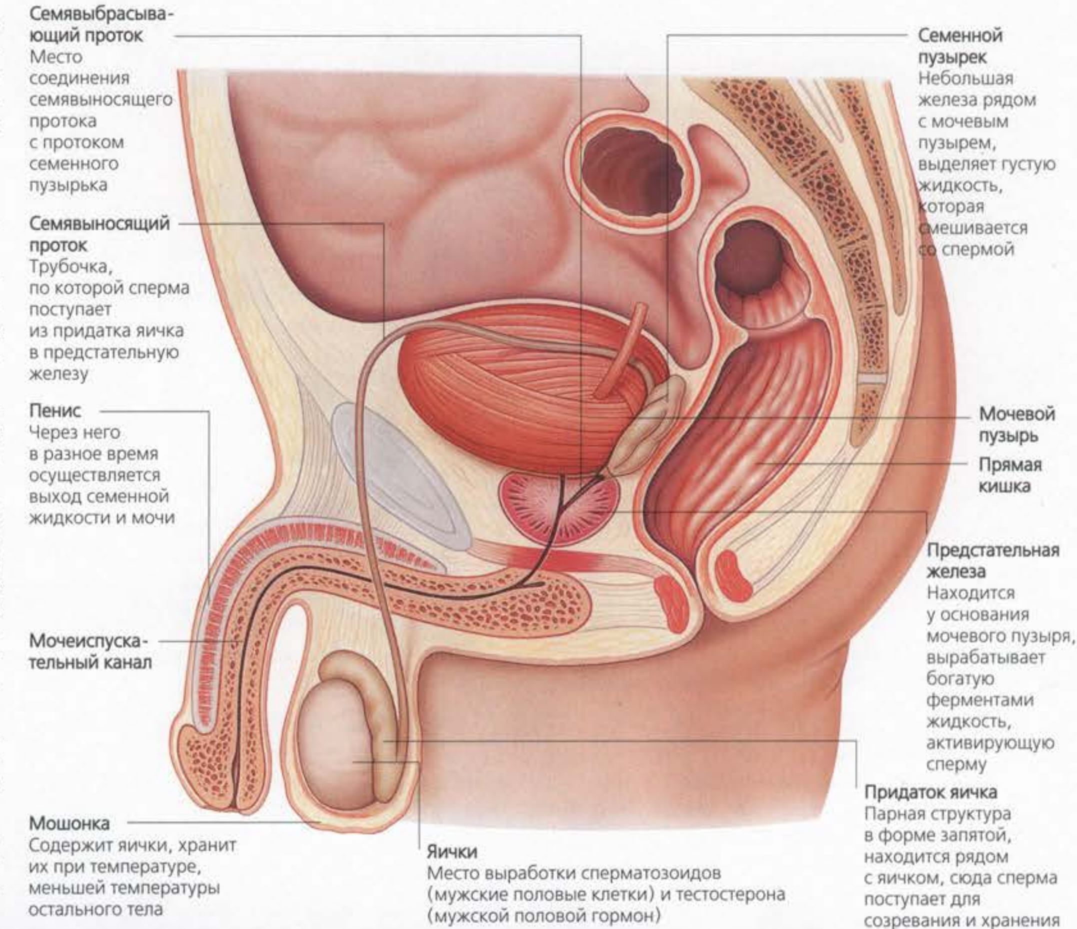
Мужская репродуктивная система включает пенис, мошонку и два яичка (находятся в мошонке). Внутренние структуры репродуктивной системы располагаются внутри таза.

Составляющие мужской репродуктивной системы отвечают за выработку спермы и семенной жидкости и за их выход из тела. Полностью функциональны лишь с наступлением половой зрелости.

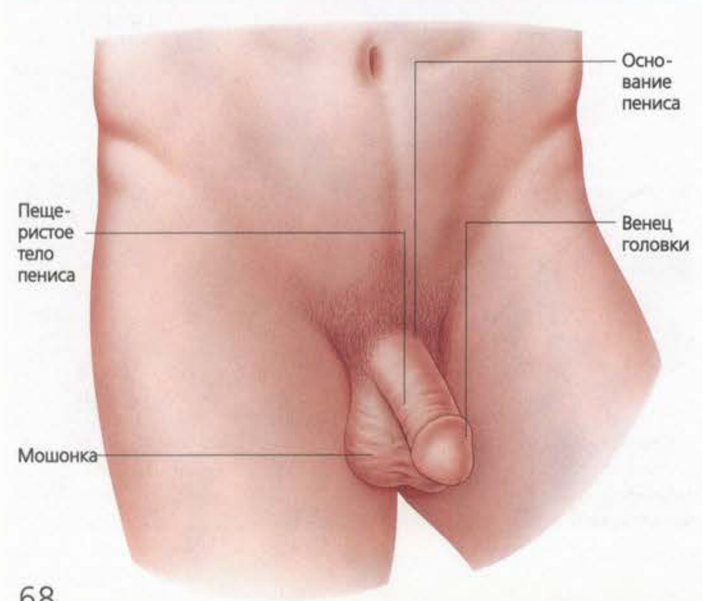
СОСТАВНЫЕ ЧАСТИ

В мужскую репродуктивную систему входят.

- Яички – парный орган, подвешенный в мошонке. Сперма выходит из яичек через трубочки или протоки, первым из которых является придаток яичка.
- Придаток яичка – при извержении сперма покидает придаток яичка и поступает в семявыносящий проток.
- Семявыносящий проток – сперма проходит по этой мышечной трубочке к предстательной железе.
- Семенной пузырек – выходя из семявыносящего протока, сперма смешивается с жидкостью из железы семенного пузырька и поступает в комбинированный «семявыбрасывающий» проток.
- Предстательная железа – семявыбрасывающий проток изливается в мочеиспускательный канал в предстательной железе.
- Пенис – после выхода из предстательной железы мочеиспускательный канал становится центральным стержнем пениса.



Наружные половые органы



Наружные половые органы – это те части репродуктивной системы, которые видны и находятся в области лобка, внутренние же скрыты в полости таза.

Мужские наружные половые органы включают.

- Мошонку.
- Пенис.

У взрослых они окружены жесткими лобковыми волосами.

МОШОНКА

Свободный мешочек из кожи и соединительной ткани, внутри которого подвешены яички. Посредине имеется перегородка, отделяющая одно яичко от другого.

Кажется непонятным, почему яички находятся в таком достаточно уязвимом месте, а не внутри защищающих полостей тела, однако для выработки спермы необходимо, чтобы температура яичек была несколько ниже общей температуры тела.

Наружные мужские половые органы состоят из мошонки и пениса. У взрослых мужчин основание пениса окружают волосы

ПЕНИС

Пенис состоит главным образом из пещеристой ткани, которая заполняется кровью во время сексуального возбуждения, вызывая состояние эрекции.

Через пенис проходит мочеиспускательный канал, по которому выходят сперма и моча.

Предстательная железа

Предстательная железа – важная часть мужской репродуктивной системы, вырабатывает богатую ферментами жидкость и до трети от общего объема семенной жидкости.

Длина предстательной железы около 3 см, она находится сразу под мочевым пузырем и окружает первую часть мочеиспускательного канала. Ее основание соединяется с основанием мочевого пузыря, а округлая передняя поверхность проходит сразу позади лобковой кости.

КАПСУЛА

Предстательная железа укрыта прочной капсулой, состоящей из плотной волокнистой соединительной ткани. Снаружи имеется еще один слой волокнистой соединительной ткани – оболочка предстательной железы.

ВНУТРЕННЯЯ СТРУКТУРА

Мочеиспускательный канал проходит вертикально через центр предстательной железы, образуя уретру предстательной железы. Семявыбрасывающие протоки открываются в нее на поднятом холмике, называемом семенным бугорком.

Считается, что предстательная железа поделена на доли, хотя они не столь ярко выраженные, как у других органов.

- Передняя доля – находится впереди уретры и содержит мышечно-волокнистую ткань.
- Задняя доля – находится позади уретры и ниже семявыбрасывающих протоков.
- Латеральные доли – две доли по обе стороны уретры образуют главную часть железы.
- Средняя доля – находится между уретрой и семявыбрасывающими протоками.

Расположение предстательной железы

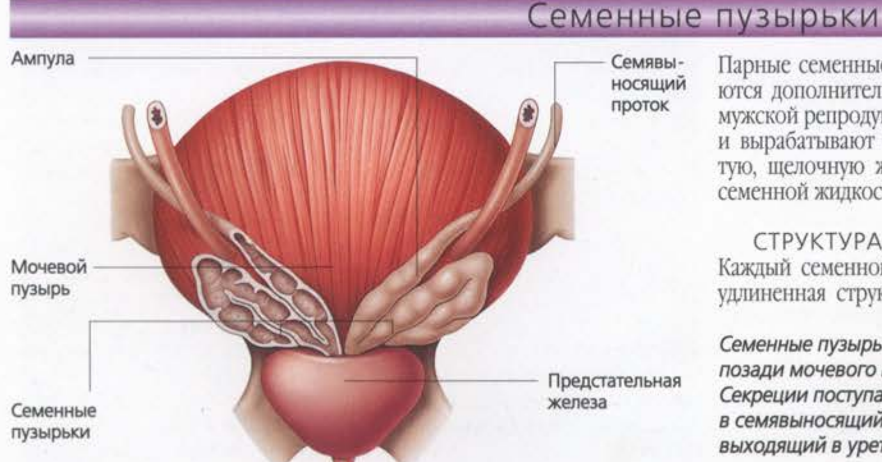
Мочевой пузырь
Капсула
Выходы семявыбрасывающих протоков
Бульбоуретральная железа
Губчатое тело
Пещеристое тело
Мочеиспускательный канал пениса
Треугольник
Уретра предстательной железы
Предстательная железа
Предстательная пазуха

Предстательная железа расположена у основания мочевого пузыря и окружает мочеиспускательный канал. Это прочный, гладкий орган

Предстательная железа в разрезе

Мышечно-волокнистая передняя доля
Уретра
Железы
Предстательная пазуха
Предстательное венозное сплетение
Фасциальная оболочка
Семенной бугорок

Семенные пузырьки



Парные семенные пузырьки являются дополнительными железами мужской репродуктивной системы и вырабатывают густую, сахаристую, щелочную жидкость, основу семенной жидкости.

СТРУКТУРА И ФОРМА

Каждый семенной пузырек – это удлиненная структура, напоминающая мизинец, находится позади мочевого пузыря и впереди прямой кишки, два пузырька соединены V-образно.

Семенные пузырьки расположены позади мочевого пузыря. Секреции поступают в семявыносящий проток, выходящий в уретру

ОБЪЕМ ПРЕДСТАТЕЛЬНОЙ ЖЕЛЕЗЫ

Предстательная железа – «мешочек» объемом 10–15 мл, состоящий из извитых секреторных канальцев с мышечными стенками.

Секреции поступают из железы в проток семенного пузырька, вместе с семявыносящим протоком образующий семявыбрасывающий проток.

Яички, мошонка и придатки яичек

В яичках, подвешенных в мошонке, вырабатывается сперма. В мошонке также находятся два придатка яичек – длинные извитые трубочки, соединенные с семявыносящим протоком.

Парные яички представляют собой плотные подвижные структуры овальной формы длиной около 4 см и шириной около 2,5 см. Яички находятся в мошонке, мешочке, являющемся выпячиванием передней стенки живота, и прикреплены вверху к семенному канатику, на котором они и подвешены.

ТЕМПЕРАТУРНЫЙ КОНТРОЛЬ

Сперма может вырабатываться только при условии, если температура яичек примерно на три градуса ниже внутренней температуры тела. Мышечные волокна внутри семенного канатика и стенок мошонки помогают регулировать температуру в мошонке, поднимая яички вверх к телу, когда холодно, и расслабляясь, когда температура окружающей среды высокая.

ПРИДАТКИ ЯИЧЕК

Каждый придаток – это плотная структура в форме запятой, прикрепленная к верхушке яичка и проходящая по его задней поверхности. Придаток получает сперму, выработанную яичком, и представляет собой сильно извитую трубочку длиной около 6 м. Хвост придатка соединен с семявыносящим протоком. По нему сперма поступает в семенной канатик и далее – в полость таза.

В придатке яичка – эпидидимисе – дозревают сперматозоиды, поэтому эпидидимит – воспаление придатка – чреват бесплодием.

Сагиттальный разрез содержимого мошонки

Семенной канатик

Семявыносящий проток

Головка придатка
Соединена с яичком выносящими протоками

Выносящие протоки
Выносят сперму из яичка в придаток

Сеть яичка
Сеть трубочек, расположенная на задней поверхности яичка

Тело придатка
Место хранения спермы

Хвост придатка

Кожа мошонки
Тонкая, морщинистая и пигментированная

Яичко

Долька
Содержит от одной до четырех плотно извитых семяносных трубочек, место выработки спермы; в соединительной ткани вокруг трубочек содержатся клетки Лейдига, вырабатывающие мужские половые гормоны

Белочная оболочка
Каждое яичко окружено этой плотной защитной капсулой

Яички являются мужскими половыми органами, вырабатывающими сперму. Яички и придатки находятся в мягком мошоночном мешочке

Стенки мошонки

Разрез мошонки

ПЕРЕДНЯЯ ПОВЕРХНОСТЬ

Кожа мошонки

Семявыносящий проток

Поднимающая яичко мышца и фасция

Семенной канатик

Поверхностная (мясистая) фасция и мышца

Наружная семенная фасция

Внутренняя семенная фасция

Влагалищная оболочка

ЗАДНЯЯ ПОВЕРХНОСТЬ

Мошонка содержит яички и состоит из наружного кожного покрытия, окружающего несколько защитных слоев

Стенки мошонки имеют несколько слоев, что обусловлено ее происхождением и местом многослойной передней стенки живота.

СЛОИ МОШОНКИ

Мошонка состоит из:

■ Кожи, тонкой, морщинистой и пигментированной.

■ Мясистой фасции, слоя соединительной ткани с гладкими мышечными волокнами.

■ Трехслойной фасции, образованной тремя мышечными слоями стенки живота, с дополнительными мышечными волокнами, поднимающими яичко.

■ Влагалищной оболочки (закрытый мешочек из тонкой, скользкой, серозной мембраны, как и брюшина живота), в котором содержится небольшое количество жидкости для смазки яичек при их соприкосновении с окружающими структурами.

В отличие от стенки живота вокруг яичек нет жировых оболочек, что помогает поддерживать их более низкую температуру.

Кровоснабжение яичек

Артериальное кровоснабжение яичек осуществляется брюшной аортой вниз к мошонке. Венозный поток следует в обратном направлении.

У эмбриона яички развиваются в животе; только при рождении они опускаются в окончательное положение внутри мошонки. В результате этого кровоснабжение яичек осуществляется брюшной аортой, и кровь поступает вниз, в мошонку.

ЯИЧКОВЫЕ АРТЕРИИ

Парные яичковые артерии длинные и узкие, они отходят от брюшной аорты. Затем яичковые артерии спускаются к задней поверхности брюшной стенки, пересекая по пути мочеточники, достигают глубоких паховых колец и входят в паховый канал.

Как часть семенного канатика, они выходят из пахового канала и входят в мошонку, где снабжают кровью яички, а также образуют взаимосвязь с артерией, идущей в семявыносящий проток.

ЯИЧКОВЫЕ ВЕНЫ

Яичковые вены отходят от яичка и придатка с каждой стороны. В отличие от яичковых артерий внутри семенного канатика, их здесь целая сеть, известная как лозовидное сплетение.

Поднявшись в живот, правая яичковая вена входит в большую полую нижнюю вену, тогда как левая яичковая вена входит в левую почечную вену.

Варикозное расширение вен семенного канатика называется варикоцеле, требующее оперативного вмешательства.

Полая нижняя вена

Почечные сосуды

Аорта
Главный кровеносный сосуд живота

Яичковые сосуды в семенном канатике

Яичковые сосуды

Лозовидное сплетение
Действует как механизм теплообмена, охлаждая артериальную кровь до того, как она достигнет яичек

Паховый канал

Яички
Левое яичко обычно свисает чуть ниже правого

Кровоснабжение яичек осуществляется кровеносными сосудами живота. Длинные сосуды позволяют яичкам опускаться уже в раннем возрасте

Внутренняя структура яичка



Каждое яичко заключено в плотную защитную капсулу, белковую оболочку, от которой отходит множество перегородок, делящих его на 250 крохотных долек.

Каждая клиновидная долька содержит от одной до четырех плотно извитых семяносных трубочек, которые и являются настоящим местом выработки спермы.

Микрофотография демонстрирует семяносную трубочку в разрезе. Вырабатываемая сперма (красная) находится внутри трубочки, окруженной клетками Лейдига (зеленые)

Подсчитано, что в каждом яичке всего 350 м трубочек, вырабатывающих сперму.

ТРУБОЧКИ

Сперма собирается из извитых семяносных трубочек в прямые трубочки сети яичка, а оттуда поступает в придаток.

Между семяносными трубочками находятся группы специфических клеток, гранулоцитов, или клеток Лейдига, в которых вырабатываются гормоны, такие как необходимый в репродуктивном процессе мужской гормон – тестостерон.

Как вырабатывается сперма

Сперма – это мужские половые клетки, которые вырабатываются и хранятся в яичках. Благодаря процессу мейоза – особому делению клеточных ядер – каждая клетка содержит уникальный набор генов.

Сперма – это половые клетки взрослого мужчины. Они вырабатываются в яичках, расположенных в мошонке. Мошонка представляет собой мешочек, свисающий ниже пениса, ее температура примерно на два градуса ниже, чем внутренняя температура тела, что обеспечивает оптимальные температурные условия.

Для поддержания такой температуры мошонка может подтягиваться ближе к телу, когда температура окружающей среды низкая, или повисать, когда она высокая.

ПОЛОВЫЕ ОРГАНЫ

Яички являются основным производителем тестостерона.

Это специфические органы, в каждом из которых содержится около 1000 семявыводящих трубочек, отвечающие за выработку и хранение спермы. Трубочки выстланы маленькими клетками, известными как сперматогонии.

После наступления полового созревания сперматогонии начинают делиться, производя клетки, которые в конечном итоге преобразуются в сперму.

Со сперматогониями чередуются более крупные клетки – клетки Сертоли, выделяющие питательную жидкость в трубочки.

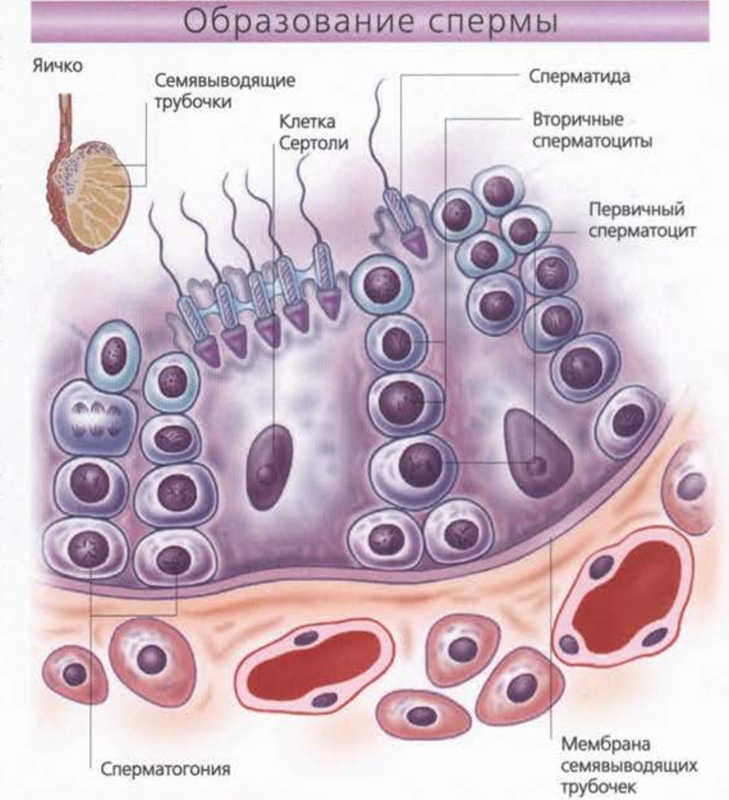
СПЕРМАТОГЕНЕЗ

Сперматогенез (образование спермы) – это комплексный процесс, включающий постоянную пролиферацию сперматогоний для образования первичных сперматоцитов. Эти клетки имеют полный набор генов, аналогичный набору других клеток тела.

МЕЙОЗ

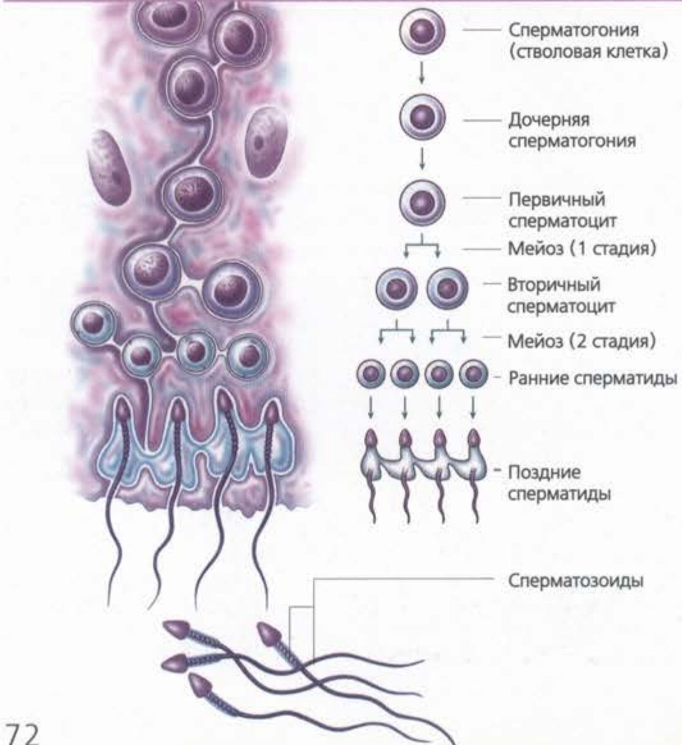
Первичные сперматоциты подвергаются затем особому делению, известному как мейоз, в ходе которого они делятся дважды и образуют клетки со случайным половинным (гаплоидным) набором генов. Эти клетки – сперматиды – развиваются, растут и производят зрелую, подвижную сперму.

Образование спермы



Семявыводящие трубочки яичек выстланы маленькими клетками (сперматогонии). Эти клетки делятся и образуют главные сперматоциты

Распределение генетической информации



Каждый первичный сперматоцит содержит набор хромосом, состоящий из 23 пар (диплоидный набор). Затем он подвергается процессу мейоза, делясь пополам и образуя пару сперматид, каждая из которых содержит только половину набора хромосом (гаплоидный набор). Этот процесс имеет две стадии, в результате чего образуются четыре сперматиды.

ПЕРВАЯ СТАДИЯ

В ходе первой стадии хромосомы внутри ядра сперматоцита копируются (дублируются), а затем делятся на пары. Внутри каждой пары хромосомы обмениваются случайными блоками.

В результате мейоза каждый сперматоцит делится на четыре сперматиды. Каждая сперматида содержит половину генетического материала, присутствующего в сперматоците

Подобный обмен является естественным способом «перетасовки» генофонда и внесения вариаций в потомство. Парные хромосомы разделяются по мере деления клеток, каждая клетка получает две копии одного из членов каждой пары хромосом. Затем сперматоциты снова делятся.

ВТОРАЯ СТАДИЯ

В ходе второй стадии мейоза 23 скопированные хромосомы внутри каждого ядра разделяются, и снова происходит деление сперматоцитов.

Конечный результат мейоза – производство сперматид, содержащих половину числа хромосом сперматоцита. Генетический состав каждой образованной сперматиды уникален благодаря процессу смешивания и тому, что вероятность идентичности любых двух сперматид фактически равна нулю.

Структура спермы

Зрелые клетки спермы обладают способностью совершать плавательные движения, способствующие их продвижению к женской яйцеклетке.

Сперматиды двигаются в направлении ближайшей клетки Сертоли, где они получают питательные вещества в форме гликогена, белков, сахара и других. Это обеспечивает их энергией и помогает развиваться в сперматозоиды.

Сперматозоиды являются одними из наиболее специфических клеток тела. Каждый сперматозоид длиной 0,05 мм и состоит из головки, шейки и хвоста.

СПЕРМАТОЗОИДЫ

Головка сперматозоида имеет форму сплюснутой слезы и содержит мешочек с ферментами, известный как акросома. Эти ферменты необычайно важны для способности сперматозоидов проникать сквозь защитный слой женской яйцеклетки во время оплодотворения.

Позади акросомы находится ядро клетки, содержащее случайный половинчатый набор мужского генетического материала (ДНК) из плотно извитых 23 хромосом. Благодаря процессу мейоза каждый сперматозоид обладает уникальным набором генетической информации.

Шейка представляет собой волокнистый участок, где средняя часть сперматозоида соединяется с головкой. Это гибкая структура, позволяющая головке поворачиваться из стороны в сторону, что облегчает плавательное движение.

СТРУКТУРА ХВОСТА

Хвост сперматозоида состоит из пары длинных нитей, окруженных двумя кольцами, в каждом из которых девять фибрилл. В конце хвоста – еще одно кольцо из плотных волокон, а также защитная оболочка. Хвост можно разделить на три отдела.

■ Срединный отдел – самая толстая часть хвоста, благодаря дополнительному спиральному энергетическому слою вырабатывает структурные единицы, известные как митохондрии. Митохондрии выделяют энергию, питающую сперматозоиды, и позволяют им плавать.

■ Главный отдел – состоит из 20 нитей, внешних плотных волокон и оболочки хвоста.

■ Конечный отдел – здесь плотные волокна и оболочка хвоста утончаются, в результате чего эта часть хвоста окружена только тонкой клеточной мембраной. Такое постепенное сужение позволяет сперматозоиду совершать плавательные движения по пути к женской яйцеклетке.

Клетка спермы состоит из содержащей ферменты головки, срединной части и хвоста. Хлыстообразные движения хвоста обеспечивают движение сперматозоидов

Конечный отдел хвоста Сужен для улучшения плавательных движений

Шейка

Головка Состоит из содержащей ферменты акросомы и ядра, содержащего ДНК

Срединный отдел Шире хвоста. Содержит митохондрии, вырабатывающие энергию

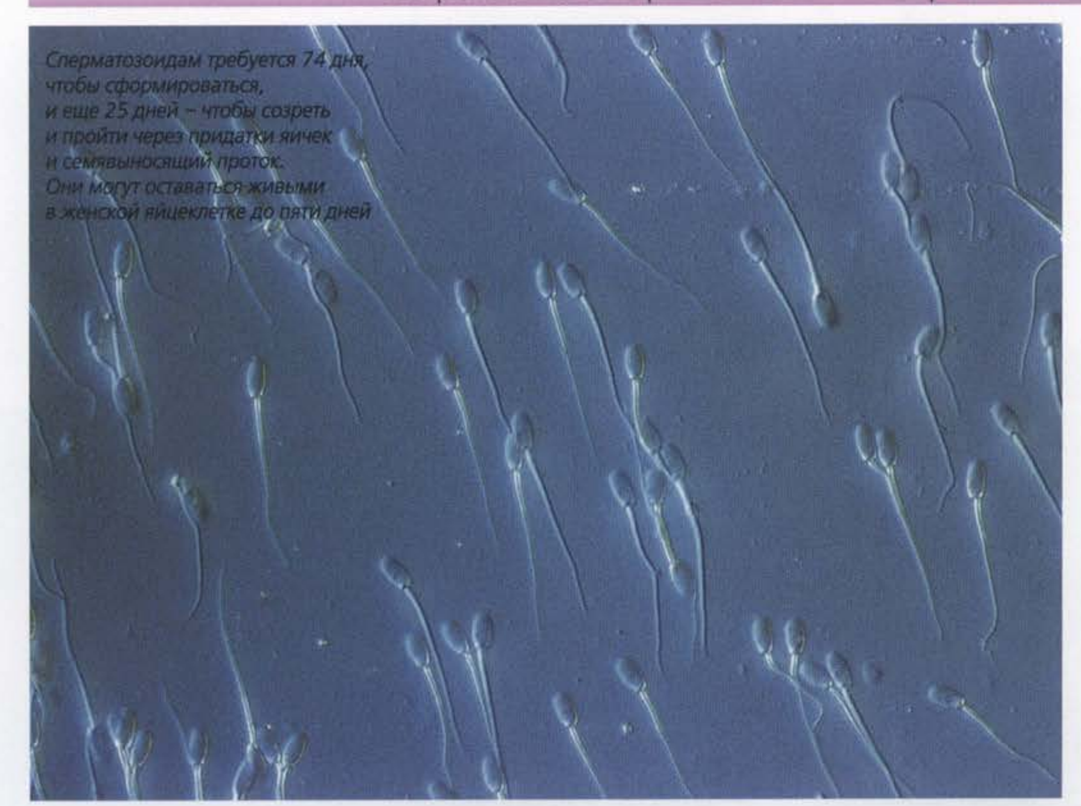
Главный отдел хвоста Состоит из 20 длинных нитей

Хвост в разрезе



Хвост состоит из центральной пары нитей, окруженных наружным кольцом из девяти парных нитей. В передней части хвоста – еще одно кольцо из плотных волокон и защитная оболочка

Выработка спермы и семяизвержение



Сперматозоидам требуется 74 дня, чтобы сформироваться, и еще 25 дней – чтобы созреть и пройти через придатки яичек и семявыносящий проток. Они могут оставаться живыми в женской яйцеклетке до пяти дней

Когда их хвосты полностью сформированы, сперматозоиды выделяются клеткой Сертоли в семяносную трубочку. По мере выделения жидкости клетками Сертоли в трубочку здесь создается течение, уносящее клетки спермы в придаток яичка. Это длинная извитая трубочка, в которой хранится зрелая сперма.

СЕМЯИЗВЕРЖЕНИЕ

Сперматозоиды выталкиваются из придатка яичка во время сексуальной стимуляции и продвигаются по семявыносящему протоку за счет мышечных сокращений системы протоков. Затем они попадают в семявыбрасывающий проток, проходят через предстательную железу и поступают в мочеиспускательный канал. Здесь они омываются секрециями предстательной железы и семенных пузырьков (маленькие мешочки, содержащие компоненты семенной жидкости). В результате образуется густая, желтовато-белая жидкость, известная как семенная жидкость.

В выбросе спермы содержится около 300 млн сперматозоидов.

Женская репродуктивная система

Женская репродуктивная система выполняет двойную функцию. Яичники вырабатывают яйцеклетки для оплодотворения, а матка питает и защищает плод в течение девяти месяцев беременности.

Женская репродуктивная система состоит из внутренних половых органов – яичники, маточные (фаллопиевы) трубы, матка и влагалище – и наружных половых органов (вульва).

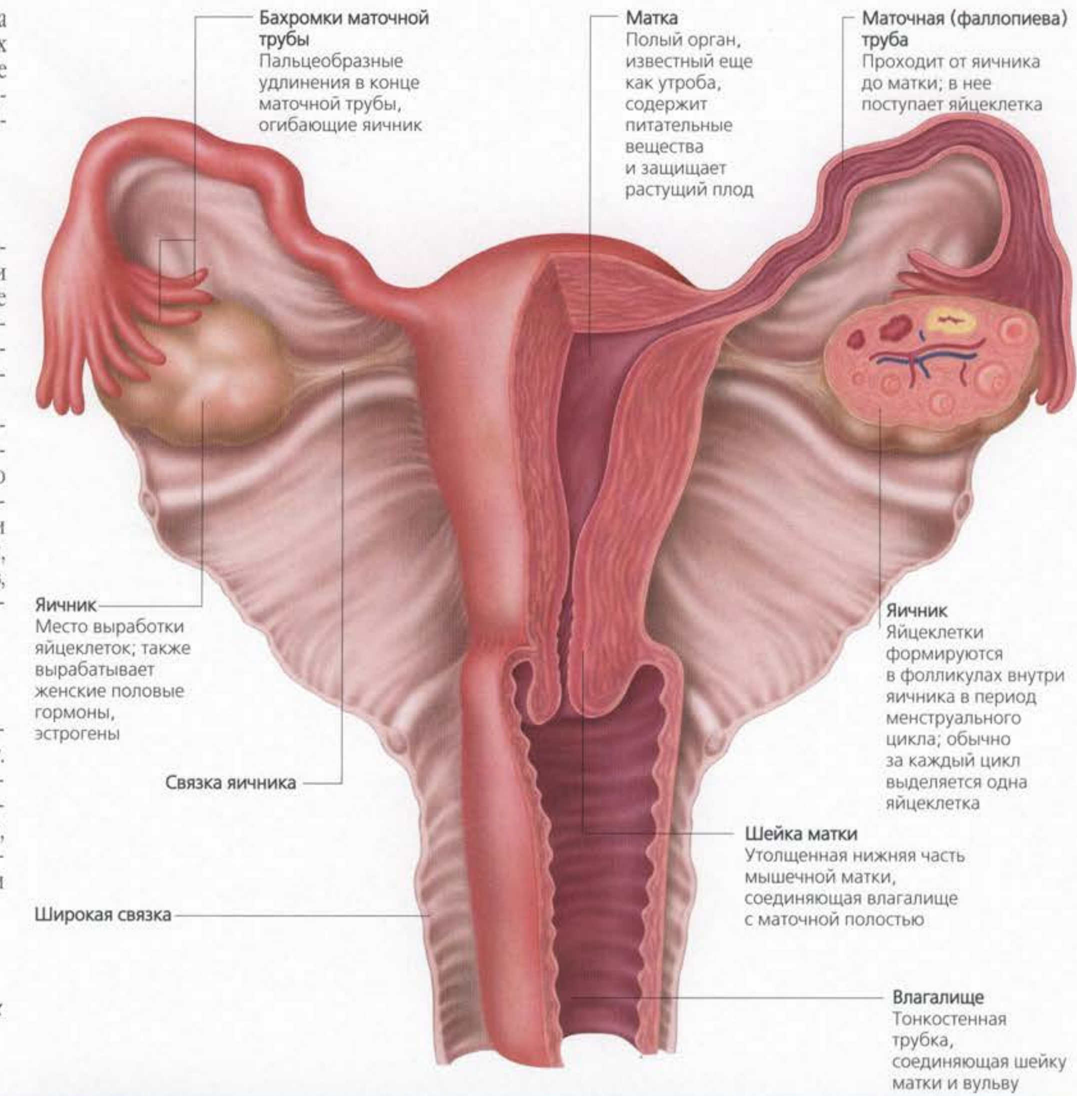
ВНУТРЕННИЕ ПОЛОВЫЕ ОРГАНЫ

Миндалевидные яичники расположены с каждой стороны матки и подвешены на связках. Выше яичников – парные маточные трубы, служащие местом оплодотворения яйцеклетки, которая поступает по трубе в матку.

Матка находится в тазовой полости, а по мере протекания беременности продвигается в нижнюю часть брюшной полости. Влагалище, соединяющее шейку матки с вульвой, может растягиваться, что и происходит во время родов, когда влагалище составляет значительную часть родового канала.

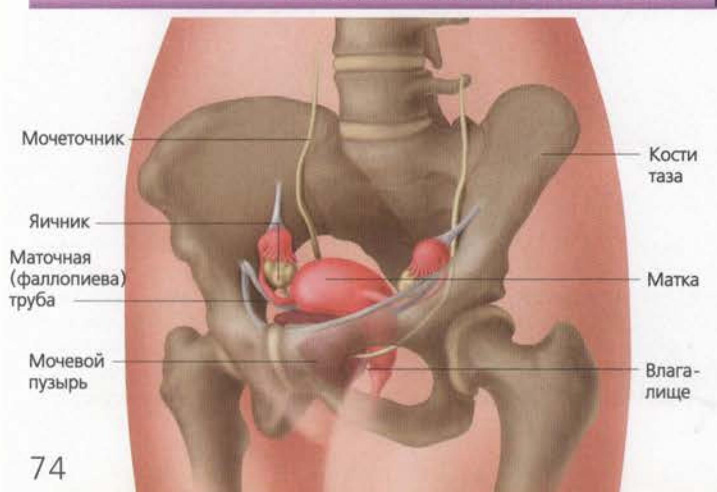
НАРУЖНЫЕ ПОЛОВЫЕ ОРГАНЫ

Вульва – то место, где репродуктивный тракт выходит наружу. Вход во влагалище находится позади отверстия мочеиспускательного канала, в области преддверия, укрытого малыми и большими половыми губами, перед которыми находится клитор.



Женская репродуктивная система состоит из внутренних и наружных половых органов. Внутренние половые органы имеют Т-образную форму

Расположение женской репродуктивной системы



У взрослых женщин внутренние половые органы (которые, за исключением яичников, в основном имеют трубчатую структуру) расположены глубоко в полости таза. Таким образом, они защищены тазовыми костями.

У молодых девушек полость таза относительно мелкая, поэтому у них матка, как и мочевой пузырь, позади которого она находится, располагаются в нижней части живота.

Внутренние репродуктивные органы взрослой женщины находятся глубоко в полости таза. Таким образом, они защищены костями таза

ШИРОКАЯ СВЯЗКА

Наружная поверхность матки и яичники укрыты похожей на тент складкой тазовой брюшины, которая образует широкую связку, помогающую удерживать матку на месте. Не покрыты брюшиной только часть передней и боковые поверхности подвлагалищной части шейки матки.

Кровоснабжение внутренних половых органов

Женская репродуктивная система обильно снабжается кровью через сеть взаимосвязанных артерий. Венозная кровь удаляется сетью вен.

Существует четыре основные артерии, снабжающие кровью женские половые органы.

■ Яичниковая артерия – проходит от брюшной аорты к яичнику. Ответвления от яичниковой артерии с каждой стороны проходят через брыжейку яичника, складку брюшины, в которой находится яичник, они снабжают кровью яичник и маточные (фаллопиевы) трубы. Яичниковая артерия в ткани брыжейки соединяется с маточной артерией.

■ Маточная артерия – ветвь большой внутренней подвздошной артерии таза. Маточная артерия подходит к матке на уровне шейки, которая удерживается на месте шеечными связками.

Маточная артерия соединяется с яичниковой артерией вверху, тогда как ее ветвь соединяется с артериями внизу, снабжающими кровью шейку матки и влагалище.

■ Влагалищная артерия – это тоже ветвь внутренней подвздошной артерии. Вместе с кровью из маточной артерии ее ветви снабжают кровью стенки влагалища.

■ Внутренняя половая артерия – участвует в кровоснабжении нижней трети влагалища и заднего прохода.

ВЕНЫ

Венозное маточное сплетение, или сеть небольших вен, находится в стенках матки и влагалища. Кровь, поступающая в эти сосуды, через маточную вену уходит во внутренние подвздошные вены.

Число вен в функциональном слое эндометрия и их диаметр увеличиваются по мере его роста.

Маточная вена
Получает кровь из небольших сосудов в стенках матки и влагалища и несет ее во внутреннюю подвздошную вену

Маточная артерия
Ветвь внутренней подвздошной артерии, соединяется с яичниковой артерией и снабжает кровью тело матки

Яичниковая артерия
Проходит от брюшной аорты в таз и входит в яичник через подвешивающую его связку

Яичниковая вена
Вена, через которую осуществляется венозный дренаж яичников; поднимается вдоль задней стенки живота и входит в полую нижнюю вену или в левую почечную вену

Влагалищная артерия
Снабжает кровью стенки влагалища

Внутренняя половая артерия
Снабжает кровью нижнюю треть влагалища; ветвь внутренней подвздошной артерии

На этом рисунке отсутствует поверхностный слой женских органов таза. Так нагляднее видна сеть сосудов

Визуализация женской репродуктивной системы



Гистеросальпингограмма показывает маточную полость (в центре), заполненную красителем. Краситель также виден в маточных трубах, он выходит через них и выливается в полость брюшины

Трубчатые или полые части женской репродуктивной системы могут быть выделены с помощью гистеросальпингограммы.

При этой процедуре специальный рентгеноконтрастный краситель вводится в матку через шейку, после чего производятся рентгеновские снимки. Краситель заполняет маточную полость и входит в маточные трубы. Затем он проходит по всей их длине, а в конце труб выливается в полость брюшины.

ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ МАТОЧНЫХ ТРУБ

Гистеросальпингограмма иногда выполняется при бесплодии с целью определения проходимости маточных труб. Если трубы заблокированы, что может происходить после инфекций, то краситель не сможет пройти по всей их длине.

Матка

Матка является частью женской репродуктивной системы, питающей и защищающей плод во время беременности. Матка расположена в полости таза и представляет собой полый мышечный орган.

У женщины детородного возраста при отсутствии беременности длина матки составляет около 7,5 см, а ширина в самом широком месте достигает 5 см. Однако она может значительно увеличиваться в размере для размещения плода во время беременности.

СТРУКТУРА

Матка состоит из двух частей.

■ Тело, образующее верхнюю часть матки, довольно подвижно, так как должно расширяться во время беременности. В полости тела матки находятся отверстия парных маточных (фаллопиевых) труб.

■ Шейка, нижняя часть матки, – прикрепленная для устойчивости к окружающим тазовым структурам.

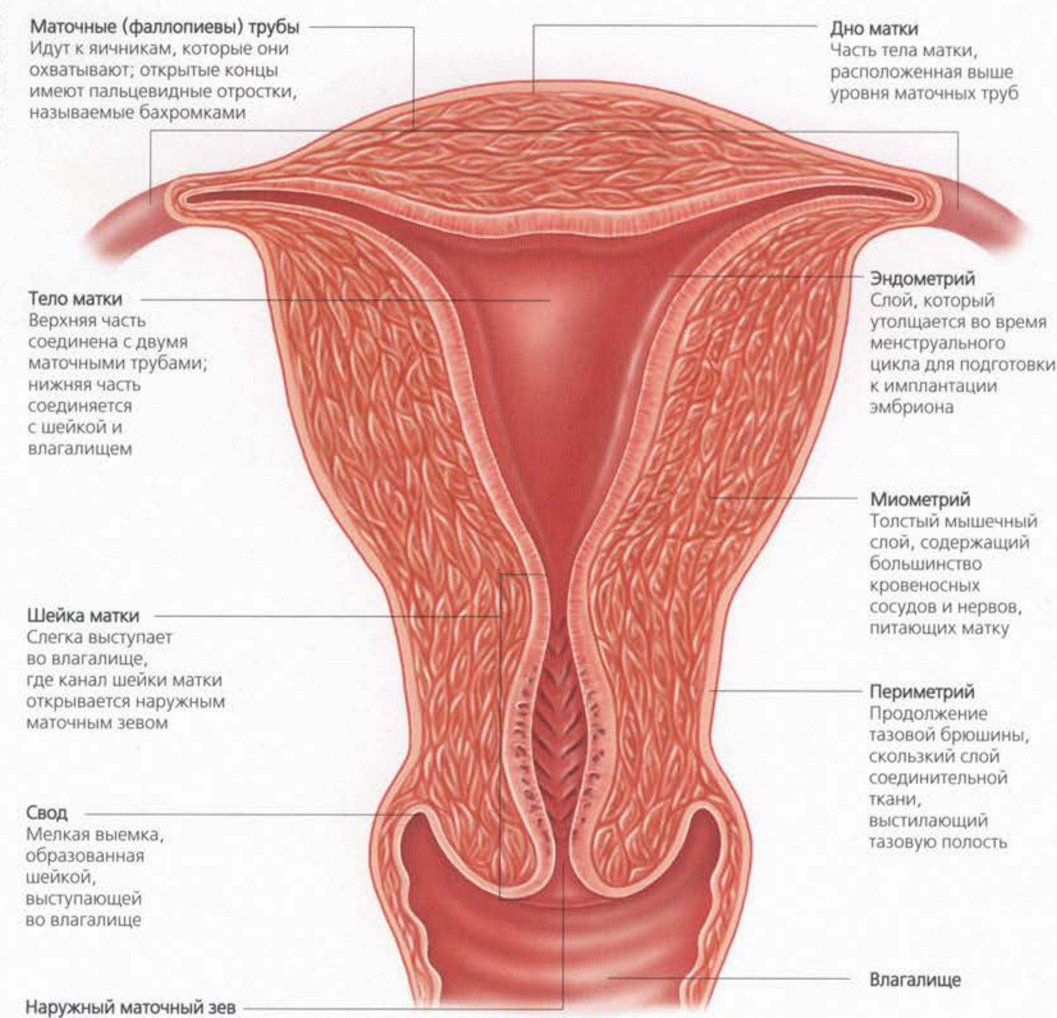
СТЕНКИ МАТКИ

Основная часть матки, или тело, имеет толстую стенку, состоящую из трех слоев.

■ Периметрий – тонкое внешнее покрытие, являющееся продолжением тазовой брюшины.

■ Миометрий – образует основную массу маточной стенки.

■ Эндометрий – тонкая выстилка, специально предназначенная для имплантации эмбриона в случае оплодотворения.



По форме матка напоминает перевернутую грушу. Она подвешена в тазовой полости на складках брюшины или связках

Положение матки

Матка чрезвычайно загнута

Нормальное положение матки

Мочевой пузырь

Влагалище

Прямая кишка

Матка расположена в тазу между мочевым пузырем и прямой кишкой. Однако ее положение меняется по мере наполнения этих двух структур и при различных позах.

НОРМАЛЬНОЕ ПОЛОЖЕНИЕ

Обычно длинная ось матки образует угол 90° с длинной осью влагалища, а сама матка лежит на мочевом пузыре. Это обычное положение известно как антеверсия.

У большинства женщин матка расположена на мочевом пузыре, сдвигаясь назад, когда он заполняется. Матка может занимать положение между двумя крайними позициями

АНТЕФЛЕКСИЯ

У некоторых женщин матка находится в нормальном положении, но может слегка загибаться вперед между шейкой и дном. Такое положение называется антефлексией.

РЕТРОФЛЕКСИЯ

Однако в некоторых случаях матка загибается не вперед, а назад, и дно сближается с прямой кишкой. Это положение известно как загиб матки.

Независимо от положения матки, она будет нормально загибаться вперед при расширении во время беременности. Но при беременности в случае загиба матки она может дольше достигать края таза, той точки, где она будет пальпироваться в животе.

Матка во время беременности

При беременности матка растягивается, вмещая растущий плод. Матка увеличивается настолько, что занимает основное пространство брюшной полости.

Давление увеличенной матки на органы живота толкает их вверх к диафрагме, заставляя вторгаться в полость грудной клетки, отчего ребра расширяются, чтобы компенсировать такое давление. Такие органы, как желудок и мочевой пузырь, сжимаются в последние месяцы беременности до такой степени, что их вместимость значительно уменьшается, и они быстро заполняются. После беременности матка стремительно сокращается в размерах, хотя уже навсегда остается немного больше, чем у нерожавших женщин.

ВЫСОТА ДНА

Во время беременности увеличенная матка может умещаться в тазу в течение первых 12 недель, и в это время ее самая верхняя часть, или дно, может пальпироваться в нижней части живота. К 20-й неделе дно достигает области пупка, а к концу беременности может достигать мечевидного отростка, самой нижней части грудины.

ВЕС МАТКИ

На конечных стадиях беременности вес матки увеличивается с 45 г до беременности почти до 900 г. Миометрий (мышечный слой) растет по мере увеличения размера (гипертрофии) отдельных мышечных волокон. Кроме того, увеличивается и количество волокон (гиперплазия).

Растянутая стенка живота

Увеличенная матка
Значительно увеличивается в размерах, занимает большую часть брюшной полости и сдавливает другие органы

Крестец
Изогнутый треугольный элемент позвоночного столба

Пупок
Матка достигает его уровня к 20-й неделе беременности

Мочевой пузырь
Имеет меньшую вместительность, поскольку сжат увеличенной маткой, поэтому у беременных женщин мочеиспускание происходит чаще

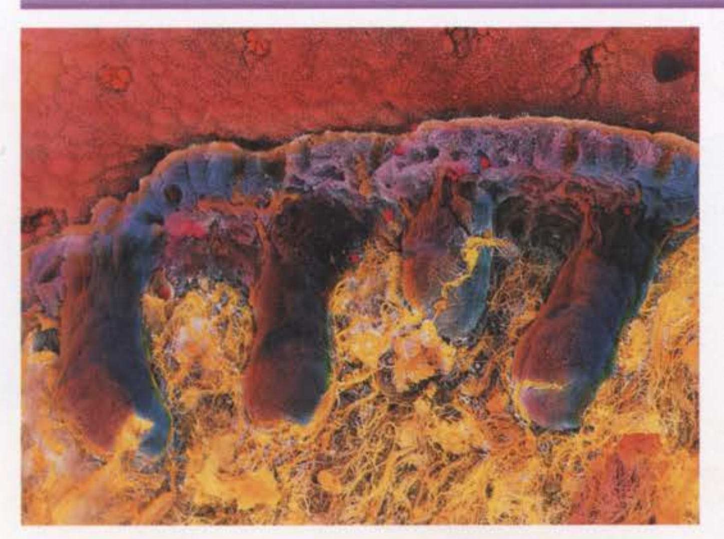
Копчик
Рудиментарная «хвостовая» кость

Мышца, поднимающая задний проход
Тазовая диафрагма, удерживает на месте органы таза

Прямая кишка (срез)

Во время беременности матка, вмещающая плод, расширяется. Органы живота оказываются сжатыми между маткой и диафрагмой

Выстилка матки



Этот увеличенный разрез эндометрия матки показывает слой эпителиальных клеток (синие). Также ясно видны трубчатые железы

Эндометрий – выстилка матки. Она состоит из эпителия, укрывающего более толстый слой очень рыхлой соединительной ткани – собственной пластины слизистой оболочки. В эндометрии также присутствуют многочисленные трубчатые железы.

МЕНСТРУАЛЬНЫЙ ЦИКЛ

Под влиянием половых гормонов в эндометрии происходят изменения во время месячного менструального цикла, которые подготавливают его к возможной имплантации эмбриона. Толщина эндометрия может меняться от 1 до 5 мм перед отторжением во время менструации.

КРОВОСНАБЖЕНИЕ

Артерии, находящиеся в миометрии, или подстилочном мышечном слое, направляют многочисленные мелкие ветви в эндометрий. Их два вида: прямые артерии, снабжающие кровью нижний, постоянный слой, и извилистые спиральные артерии, снабжающие кровью верхний слой, отторгаемый во время менструации. Их извилистость предотвращает излишнее кровотечение при менструации.

Менструальный цикл

Менструальный цикл – это регулярный процесс, в результате которого яйцеклетка выходит из яичника в ходе подготовки к беременности. Менструация проходит примерно раз в четыре недели, с момента первой менструации и до менопаузы.

Менструальный цикл характерен периодическим созреванием яйцеклеток в яичниках. Репродуктивная зрелость наступает после резкого увеличения выработки гормонов в ходе полового созревания, обычно от 11 до 15 лет.

ВОЗНИКНОВЕНИЕ МЕНСТРУАЛЬНОГО ЦИКЛА

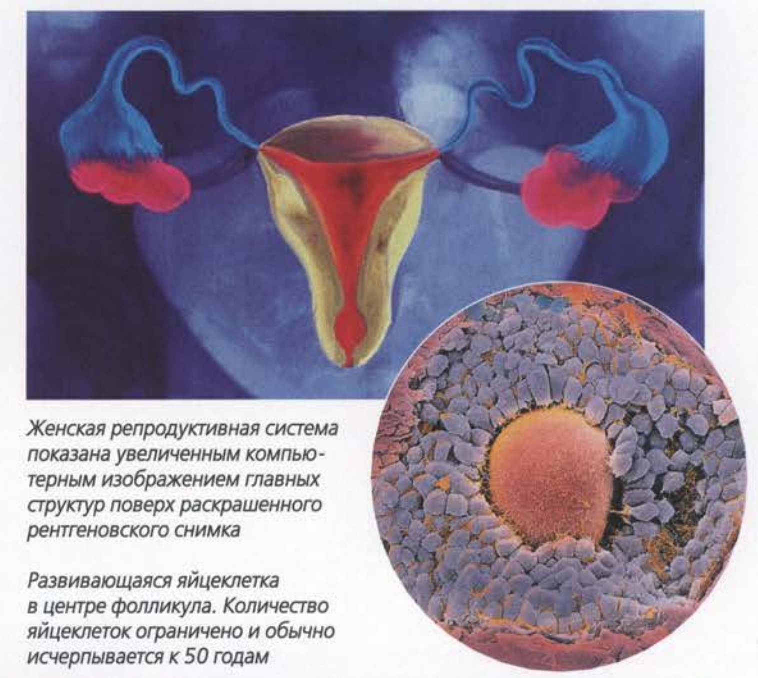
Момент первой менструации, который наступает в возрасте примерно 12 лет, называется менархе. После этого начинается репродуктивный цикл, составляющий в среднем 28 дней. Этот промежуток времени может немного меняться, в зависимости от особенностей женского организма. Менструальный цикл протекает постоянно, за исключением времени беременности. Однако у женщин, страдающих нервной анорексией, или же у интенсивно тренирующихся спортсменок, менструальный цикл может прекращаться.

МЕНСТРУАЦИЯ

Каждый месяц, если не происходит зачатия, уровни эстрогена и прогестерона снижаются, и насыщенная кровью выстилка матки отторгается в виде менструального кровотечения. Это происходит примерно каждые 28 дней, но продолжительность менструального цикла может варьироваться от 19 до 36 дней.

Менструация длится примерно пять дней. За это время теряется около 50 мл (примерно четвертая часть стакана) крови, маточной ткани и жидкости, но и эта величина у разных женщин различна. Некоторые женщины теряют всего 10 мл крови, а другие до 110 мл.

Чрезмерное менструальное кровотечение известно как меноррагия; временное прекращение менструаций, например во время беременности, называется аменорея. Менопауза – полное прекращение менструального цикла.



Женская репродуктивная система показана увеличенным компьютерным изображением главных структур поверх раскрашенного рентгеновского снимка

Развивающаяся яйцеклетка в центре фолликула. Количество яйцеклеток ограничено и обычно исчерпывается к 50 годам

Ежемесячные физиологические изменения

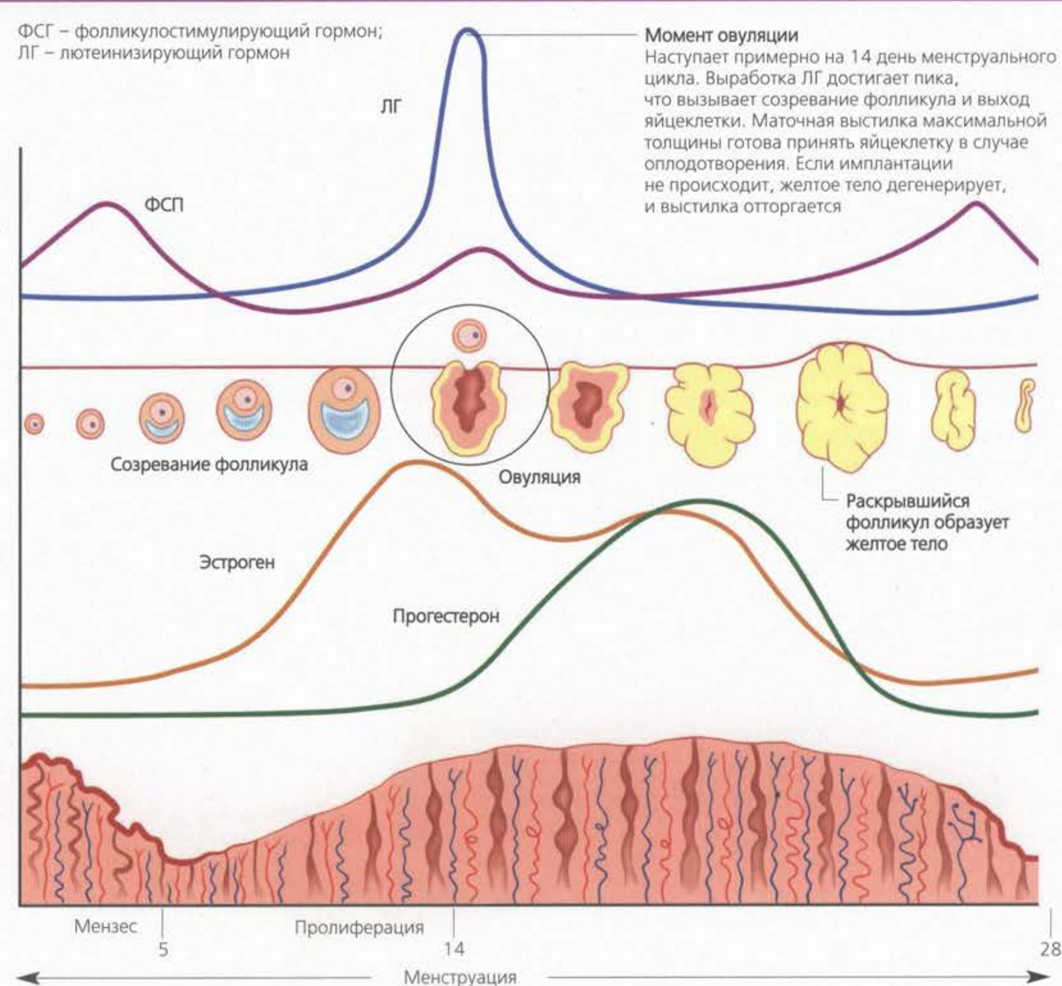
Эта диаграмма иллюстрирует изменения, протекающие в ходе менструального цикла. Между первым и пятым днями выстилка отторгается, но развивается другой фолликул. Маточная выстилка утолщается, и примерно на 14 день выходит яйцеклетка, происходит овуляция

Гонадотропные гормоны
Выделяются гипофизом, способствуют формированию яйцеклетки и выработке половых гормонов в гонадах (яичниках)

Активность яичников
Каждый месяц созревает один фолликул, который в момент овуляции выпускает яйцеклетку; сохранившаяся в яичнике ткань образует желтое тело, временную железу, вырабатывающую гормон

Яичниковые гормоны
Выделяются яичником для стимуляции роста выстилки; дополнительное количество прогестерона вырабатывается желтым телом после овуляции для подготовки матки к беременности

Выстилка матки
Постепенно утолщается и принимает оплодотворенную яйцеклетку; если имплантации яйцеклетки не происходит, выстилка отторгается в течение первых пяти дней менструального цикла



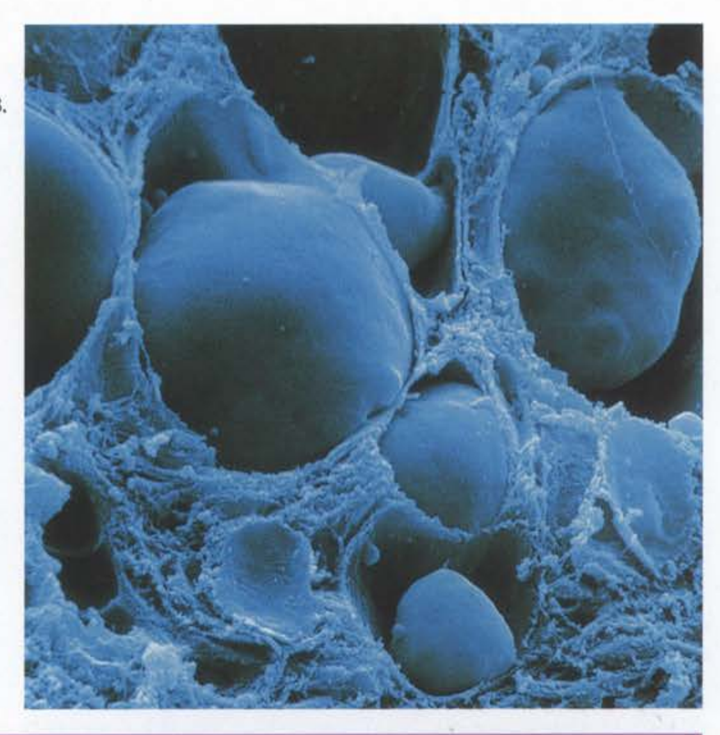
Развитие яйцеклетки

Здоровая яйцеклетка до момента ее выхода и овуляции развивается около шести месяцев. Этот процесс продолжается долгие годы до истощения запаса ооцитов.

При рождении в организме присутствует два миллиона яйцеклеток (оогоний), они распределены между двумя яичниками, и к моменту первой менструации их остается около 400 тыс. Во время каждого менструального цикла только одна яйцеклетка – из примерно 20 потенциальных яйцеклеток – развивается и выделяется. К моменту наступления менопаузы процесс атрезии (разрушение клеток) в яичниках завершается, и яйцеклеток в них не остается.

Яйцеклетка развивается внутри образующих полость секреторных структур – фолликулов. Первая стадия развития фолликула начинается, когда оогонию окружает одиночный слой гранулезных клеток, образуется первичный яичниковый фолликул. Генетический материал внутри яйцеклетки остается нераспределенным – хотя и готов к изменениям – до овуляции, что может произойти в течении 45 лет с момента ее развития. Это помогает понять увеличение количества аномальных хромосом у ребенка женщин, рождающих в позднем возрасте.

Первичный яичниковый фолликул развивается во вторичные в результате мейоза, а затем в третичные фолликулы. Сразу начинают созревать 20 первичных яичниковых фолликулов, однако 19 из них затормозятся в своем развитии. Если созреет более одного фолликула, возможно рождение двойняшек или тройняшек.



Фолликулы находятся в корковом веществе яичника. Здесь показаны фолликулы, разделенные соединительной тканью

Овуляция

Последние 14 дней периода фолликулярного развития проходят в первой половине менструального цикла, и этот процесс непосредственно зависит от точности гормонального взаимодействия между яичником, гипофизом и гипоталамусом.

Сигналом к выбору здоровой яйцеклетки для развития в начале каждого цикла является усиление секреции фолликулостимулирующего гормона (ФСГ) под воздействием гипофиза. Это происходит в ответ на понижение уровня эстрогена и прогестерона, во время лютеиновой фазы (вторые 14 дней) предыдущего цикла, если оплодотворения не произошло.

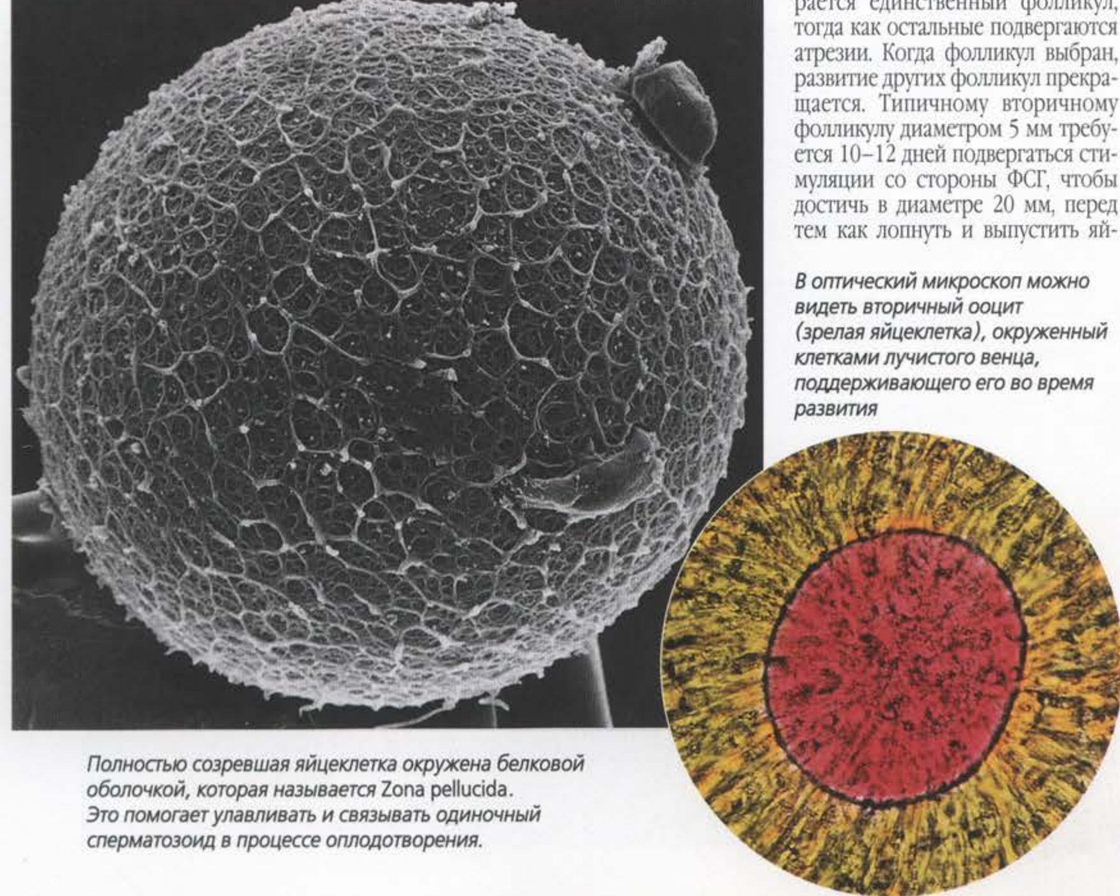
ВЫБОР ЯЙЦЕКЛЕТКИ

Во время сигнала от ФСГ около 20 вторичных фолликул диаметром 2–5 мм распределены между двумя яичниками. Из этого числа выбирается единственный фолликул, тогда как остальные подвергаются атрезии. Когда фолликул выбран, развитие других фолликул прекращается. Типичному вторичному фолликулу диаметром 5 мм требуется 10–12 дней подвергаться стимуляции со стороны ФСГ, чтобы достичь в диаметре 20 мм, перед тем как лопнуть и выпустить яйцеклетку в маточную (фаллопиеву) трубу. По мере увеличения фолликула наблюдается стабильное увеличение выработки эстрогена, что стимулирует усиление выработки гипофизом лютеинизирующего гормона (ЛГ), что способствует созреванию и выделению яйцеклетки. Интервал между пиком выработки ЛГ и овуляцией относительно постоянный (около 36 часов). Лопнувший фолликул (желтое тело), остающийся после овуляции, становится очень важной эндокринной железой, выделяющей эстроген и прогестерон.

ГОРМОНАЛЬНОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ

Уровень прогестерона достигает пикового значения примерно через семь дней после овуляции. Если происходит оплодотворение, желтое тело поддерживает беременность вплоть до формирования плаценты в конце третьего месяца беременности. Если оплодотворения не происходит, железа живет еще 14 дней, а уровень эстрогена и прогестерона снижается в преддверии нового цикла.

В первой половине цикла эстроген, выделяемый развивающимся фолликулом (стадия до образования желтого тела), позволяет выстилке матки (эндометрию) разрастаться и утолщаться, готовясь питать яйцеклетку в случае оплодотворения. Как только образуется желтое тело, прогестерон преобразует эндометрий в более компактный слой в ожидании имплантации эмбриона.



В оптический микроскоп можно видеть вторичный ооцит (зрелая яйцеклетка), окруженный клетками лучистого венца, поддерживающего его во время развития

Полностью созревшая яйцеклетка окружена белковой оболочкой, которая называется Zona pellucida. Это помогает улавливать и связывать одиночный сперматозоид в процессе оплодотворения.

Как происходит овуляция

Обще количество яйцеклеток у женщины репродуктивного возраста определяется еще до ее рождения. Незрелые яйцеклетки хранятся в яичниках до полового созревания, после чего одна яйцеклетка выходит каждый месяц.

Яйцеклетка – женская половая клетка, которая, объединяясь со сперматозоидом, дает жизнь новому человеку. Яйцеклетки формируются и хранятся в яичниках, соединенных с маткой через маточные трубы.

ЯИЧНИК

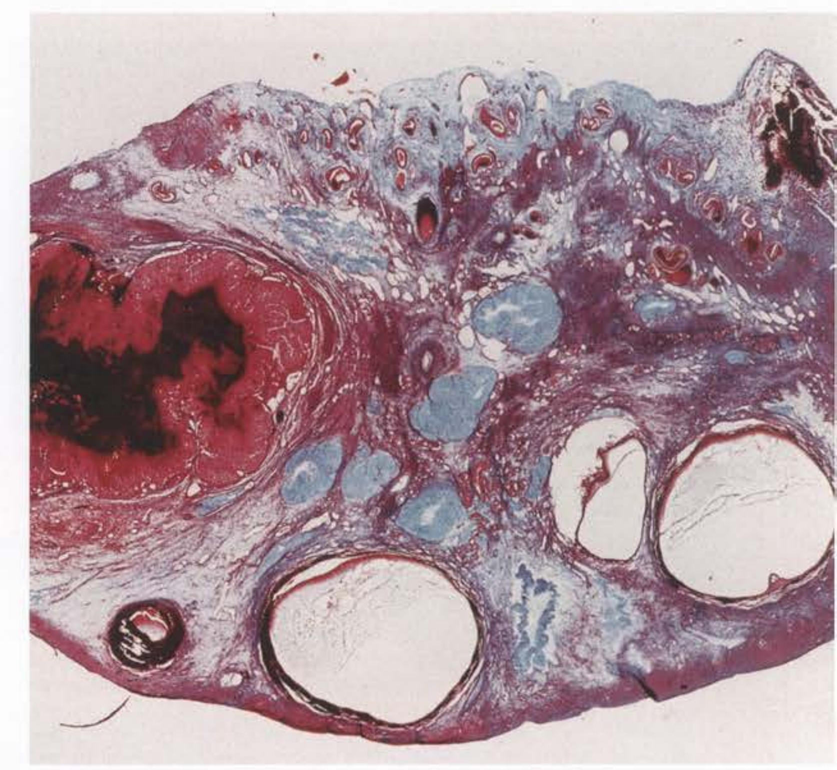
Каждый яичник укрыт защитным слоем брюшины. Сразу под яичником этот слой представляет собой плотную волокнистую капсулу, белочную оболочку. Сам яичник состоит из плотной внешней области – коркового вещества и менее плотного мозгового вещества внутри.

ПРОДУЦИРОВАНИЕ ГАМЕТ

У женщин общий запас яйцеклеток определяется при рождении. Клетки, вырабатывающие гаметы, разрушаются от момента рождения до наступления половой зрелости, и срок, во время которого женщина может выделять зрелые яйцеклетки, ограничен моментами полового созревания и менопаузы. Процесс, в ходе которого продуцируются яйцеклетки, известен как оогенез. Половые клетки плода продуцируют множество клеток-оогоний, делящихся и образующих первичные ооциты, заключенные внутри фолликулярного эпителия.

ГЕНЕТИЧЕСКОЕ ДЕЛЕНИЕ

Первичные ооциты начинают делиться в результате мейоза, однако этот процесс прерывается в самом начале и завершается только после наступления половой зрелости. При рождении формируется жизненный запас первичных ооцитов, составляющий от 700 тыс. до 2 млн. Эти специфические клетки будут «дремать» в корковой области зрелого яичника и медленно разрушаться, так что к наступлению половой зрелости их остается только 400 тыс.



Здесь изображен яичник с несколькими фолликулами (белые). Во время овуляции начинают развиваться до 20 фолликулов, но созревает только один

Развитие яйцеклетки

Как развивается яйцеклетка

ДО РОЖДЕНИЯ
- Примордиальный фолликул

ДЕТСКИЙ ВОЗРАСТ
- Zona pellucida
- Фолликулярное развитие останавливается

ПРИ ДОСТИЖЕНИИ ПОЛОВОЙ ЗРЕЛОСТИ
- Первичный фолликул
- Зернистые клетки
- Развитие вторичного фолликула
- Яйценосная масса
- Граафов пузырек. Хотя во время каждого менструального цикла развиваются несколько первичных фолликул, формируется только один граафов пузырек; остальные фолликулы регрессируют
- Лопнувший фолликул
- Вышедшая яйцеклетка

Фолликулярное развитие начинается в плоде, прерывается в детские годы и стимулируется ежемесячно для продолжения после наступления половой зрелости

До наступления половой зрелости первичный ооцит окружен слоем клеток (зернистые клетки), образующий первичный фолликул.

ПОЛОВАЯ ЗРЕЛОСТЬ

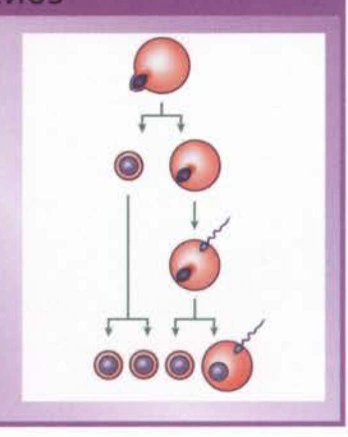
С наступлением половой зрелости некоторые первичные фолликулы стимулируются гормонами и становятся вторичными фолликулами.

- На поверхности ооцита образуется слой прозрачной жидкости – *zona pellucida*.
- Гранулезные клетки размножаются и увеличивают число слоев вокруг ооцита.
- Центр фолликула становится полостью, которая заполняется жидкостью, выделяемой гранулезными клетками.
- Ооцит сдвигается на одну сторону фолликула и располагается в массе фолликулярных клеток, которая называется яйценосным бугорком.

Зрелый вторичный фолликул называется граафов пузырек.

Мейоз

В результате первого мейотического деления образуются две клетки разных размеров – вторичный ооцит и первое полярное тельце. Обе клетки начинают второе деление; однако этот процесс останавливается и завершается только тогда, когда ооцит оплодотворяется сперматозоидом.



Мейоз, протекающий в яичниках, порождает женскую половую клетку и три полярных тельца

Выход яйцеклетки

Овуляция происходит, когда фолликул лопается и выпускает яйцеклетку. На этой стадии менструального цикла может происходить оплодотворение.

По мере того как граафов пузырек продолжает разбухать, его можно видеть на поверхности яичника в виде структуры, похожей на пузырь.

ГОРМОНАЛЬНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ

В ответ на гормональные изменения фолликулярные клетки, окружающие ооцит, начинают усиленно выделять жидкость, ускоряющую набухание фолликула. В результате стенка фолликула становится очень тонкой со стороны поверхности яичника, и фолликул в конечном итоге лопается.

ОВУЛЯЦИЯ

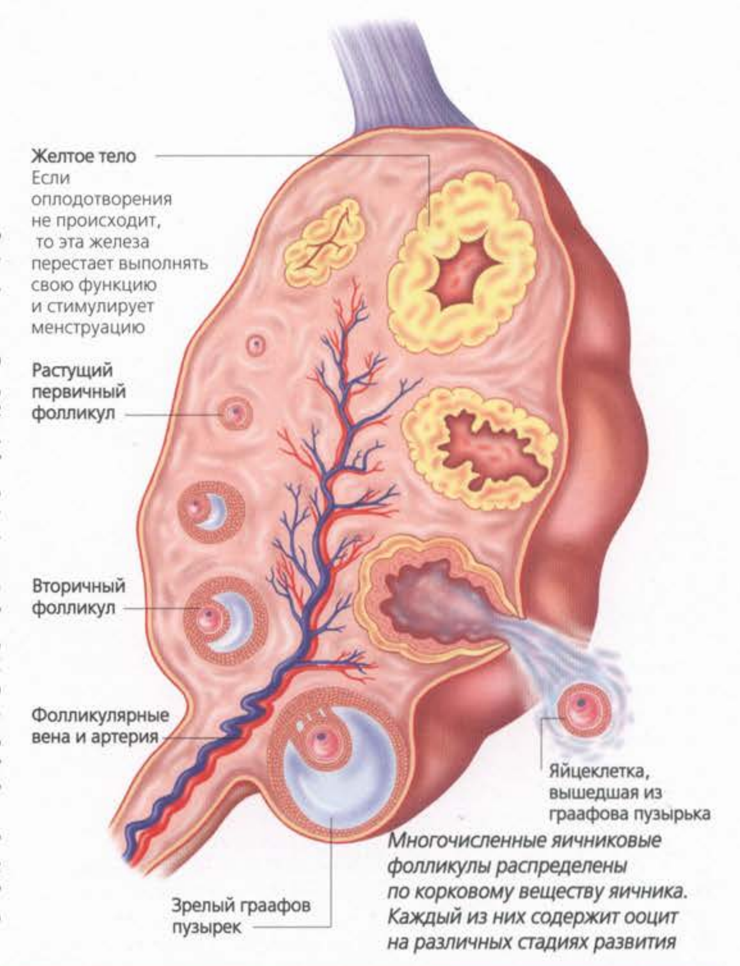
Небольшое количество крови и фолликулярной жидкости выталкивается из пузырька, и вторичный ооцит, окруженный яйценосной массой и *Zona pellucida*, отторгается от фолликула в полость брюшины – это процесс овуляции. Женщины обычно не чувствуют, как это происходит, однако иногда могут испытывать боль в нижней части живота. Боль возникает в результате интенсивного растягивания стенки яичника.

ДЕТОРОДНЫЙ ПЕРИОД

Овуляция происходит примерно в 14 день менструального цикла, именно в этот момент наиболее высока вероятность забеременеть. Но поскольку сперматозоид может существовать в матке до пяти дней, то оплодотворение может происходить примерно в течение недели.

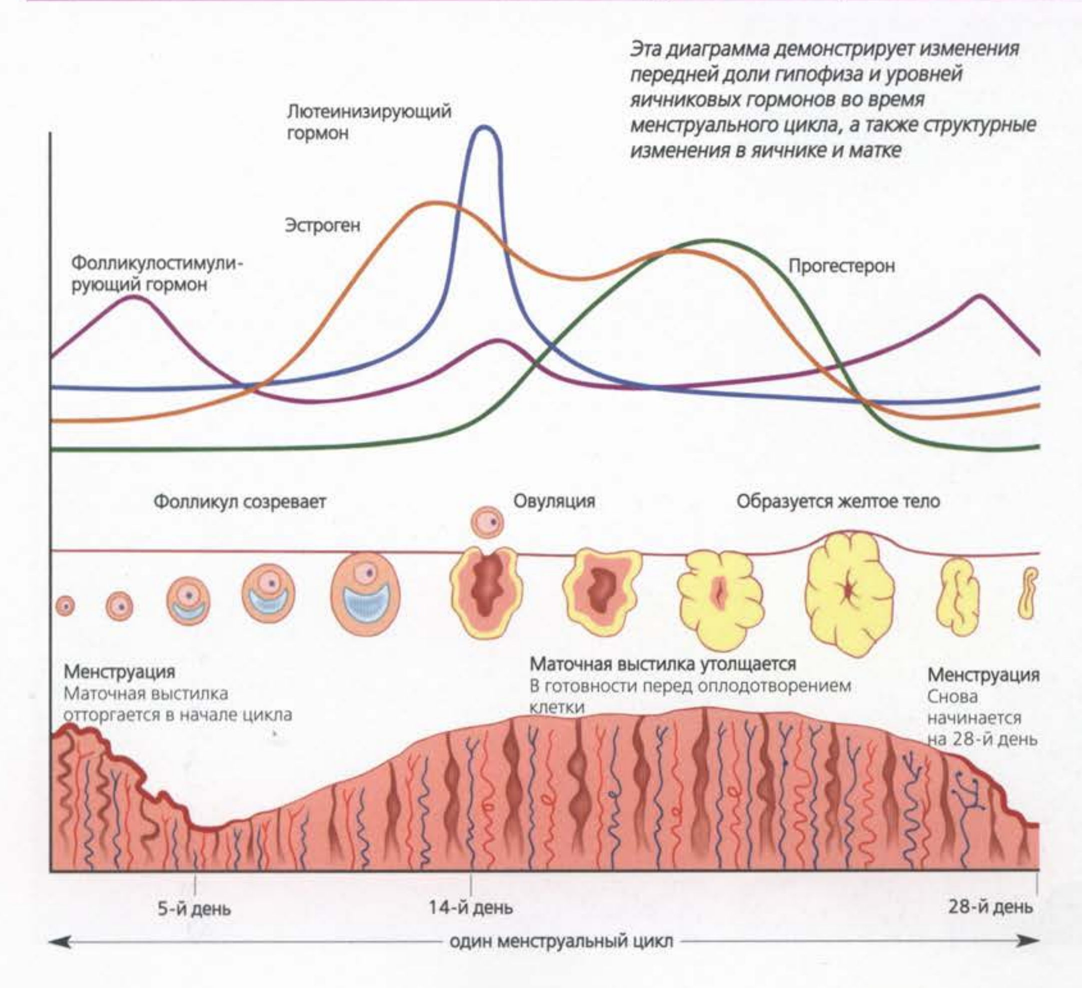
В том случае, если сперматозоид проникает во вторичный ооцит и происходит оплодотворение, активизируются конечные стадии мейотического деления. Однако если не происходит оплодотворения яйцеклетки, вторая часть мейотического деления не будет завершена, и вторичный ооцит просто умрет.

Лопнувший фолликул образует железу, которая называется желтое тело, и выделяет прогестерон. Этот гормон подготавливает маточную выстилку к приему эмбриона.



Многочисленные яичниковые фолликулы распределены по корковому веществу яичника. Каждый из них содержит ооцит на различных стадиях развития

Менструальный цикл



Эта диаграмма демонстрирует изменения передней доли гипофиза и уровней яичниковых гормонов во время менструального цикла, а также структурные изменения в яичнике и матке

Менструальный цикл относится к циклическим изменениям, которые происходят в женской репродуктивной системе в ходе продуцирования яйцеклеток.

Эти изменения контролируются гормонами, выделяемыми гипофизом и яичниками: эстроген, прогестерон, лютеинизирующий гормон и фолликулостимулирующий гормон.

МАТОЧНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ

После менструации эндометрий утолщается и становится более сосудистым под влиянием эстрогена и фолликулостимулирующего гормона.

В течение первых 14 дней менструального цикла созревает граафов пузырек. Овуляция происходит примерно на 14 день, когда вторичный ооцит отторгается и поступает в маточную трубу.

Лопнувший фолликул становится выделяющей гормон железой, которая называется желтое тело. Оно выделяет прогестерон, стимулирующий дальнейшее утолщение маточной выстилки (эндометрия), в которую имплантируется оплодотворенная яйцеклетка.

Если оплодотворения не происходит, уровни прогестерона и эстрогена снижаются. Это приводит к разрушению эндометрия и выхода его во время менструации.

Как возникает оргазм

Мужчины и женщины испытывают множественные физические изменения во время оргазма – кульминации полового акта. Мужской оргазм включает семяизвержение, а женский оргазм увеличивает вероятность успешного оплодотворения.

В ходе полового акта мужские половые клетки (сперматозоиды) попадают в женскую половую систему.

Во время полового акта мужчина вводит пенис в состоянии эрекции в женское влагалище. В результате сексуальной стимуляции сперма выталкивается в пенис и происходит семяизвержение.

СТАДИИ ВОЗБУЖДЕНИЯ

Сексуальное возбуждение имеет несколько определенных стадий. Во время каждой из этих стадий тело испытывает различные физические изменения и достигает разных уровней возбуждения. После первичного периода возникновения желания и мужчина, и женщина проходят четыре стадии.

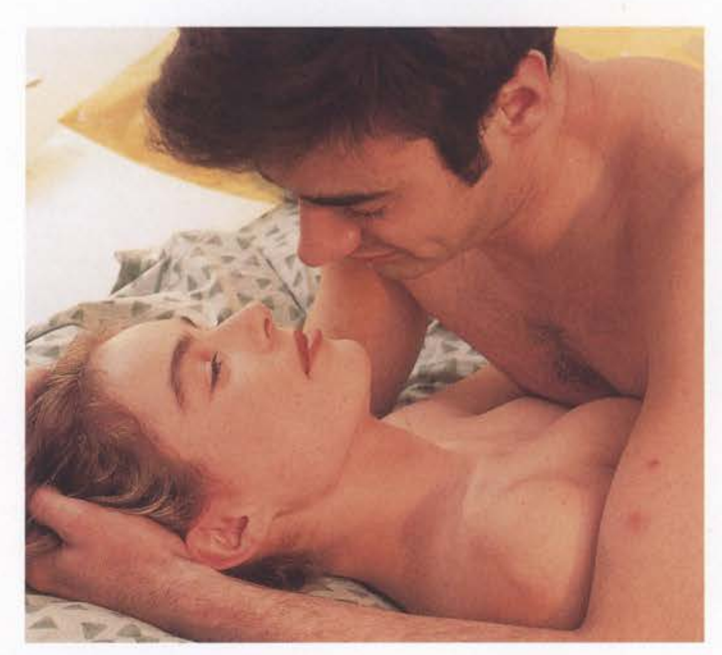
- Возбуждение
- Секреторная стадия
- Оргазм
- Расслабление

Мужчины и женщины обладают разной сексуальной чувствительностью. Однако для обоих полов оргазм является кульминацией полового акта.

ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ

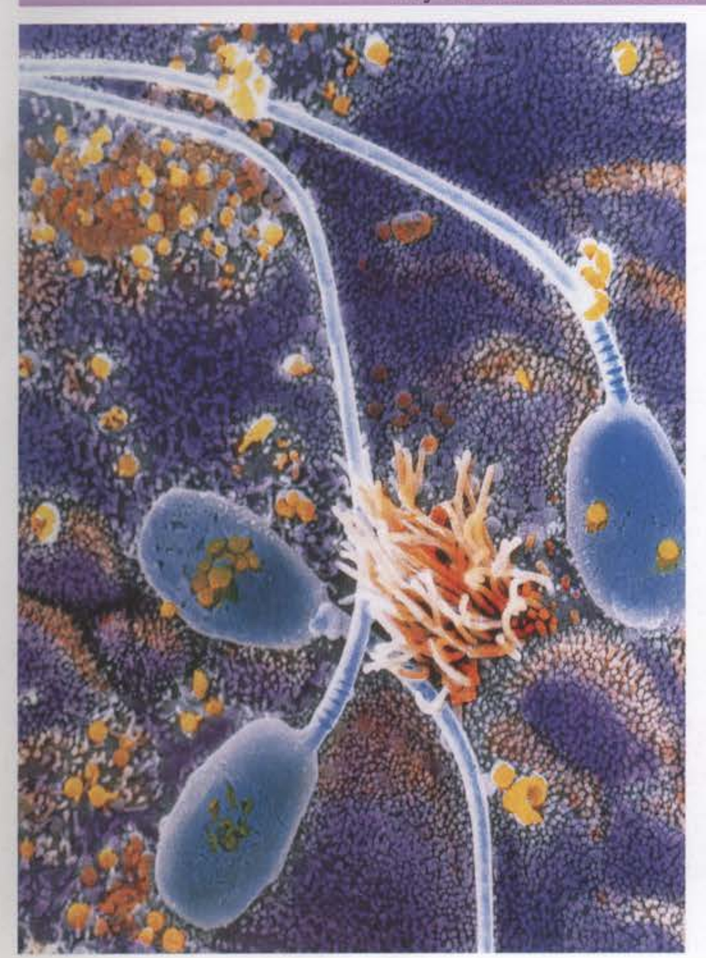
Извержение спермы, сопровождающее мужской оргазм, является необходимой предпосылкой для оплодотворения и считается, что женский оргазм увеличивает вероятность оплодотворения.

Многих в половом акте привлекает прежде всего оргазм, они стремятся испытать это приятное ощущение, – результат совокупления.



Для наступления оргазма партнеры должны испытывать физическое и ментальное возбуждение. У всех людей оргазм наступает по-разному

Мужская половая чувствительность



ВОЗБУЖДЕНИЕ

Когда мужчина возбуждается, происходит стремительный приток крови в гениталии, что вызывает эрекцию пениса. Кроме того, учащается пульс, повышается артериальное давление и учащается дыхание.

СЕКРЕТОРНАЯ СТАДИЯ

По мере того как пенис продолжает твердеть, он краснеет, а головка смазывается секрециями из бульбоуретральных желез (расположены у основания пениса). Яички набухают и прижимаются к телу.

Сперматозоиды продвигаются до конца семявыносящих протоков за счет мышечных сокращений придатков яичка. Здесь они смешиваются с жидкостями из предстательный железы и семенных пузырьков, в результате чего образуется сперма. На этой стадии мужчина испытывает ощущение, известное как «неизбежность извержения», так что если даже стимуляция пениса прекращается, семяизвержение все равно происходит.

Сокращения при мужском оргазме достаточно сильные, чтобы вытолкнуть сперму в женский репродуктивный тракт. Во время оргазма таких сокращений бывает от трех до пяти

ОРГАЗМ

Оргазм является кульминацией сексуального возбуждения. Мощный сброс сексуального напряжения, накопившегося во время сексуальной стимуляции, обычно воздействует на гениталии, но может воздействовать и на остальные органы тела.

Оргазм у мужчин сопровождается одновременным семяизвержением. Это происходит, когда мощные сокращения мышц в мочеиспускательном канале и вокруг основания пениса выталкивают сперму наружу. Обычно происходят 3–5 основных сокращений с интервалом 0,8 секунды. Ощущение оргазма может быть настолько переполняющим, что многие мужчины стараются протолкнуть пенис как можно глубже во влагалище женщины.

Мужской оргазм, как правило, короче, чем большинство женских оргазмов, обычно он длится семь или восемь секунд. Во время оргазма пульс, частота дыхания и артериальное давление достигают максимальных значений.

РАССЛАБЛЕНИЕ

После оргазма пенис и яички обретают нормальный размер. Пульс и частота дыхания приходят в норму, снижается артериальное давление.

Женская сексуальность

Считается, что женский оргазм облегчает проникновение сперматозоидов в матку во время полового акта, что значительно увеличивает вероятность оплодотворения. Однако некоторые женщины никогда не испытывают оргазм во время полового акта и тем не менее успешно беременеют.

ВОЗБУЖДЕНИЕ

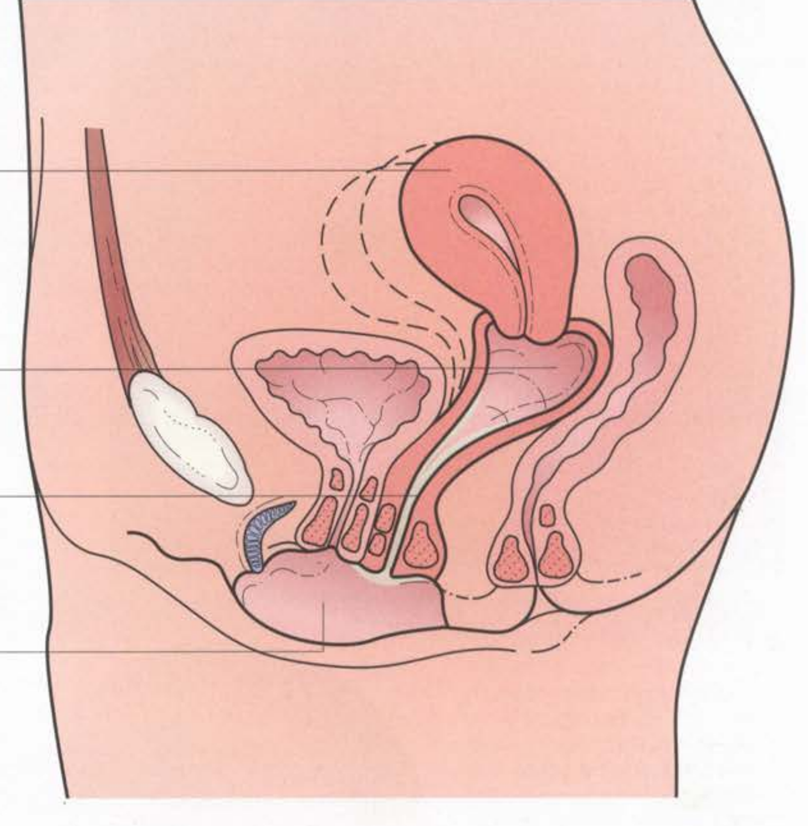
На стадии возбуждения женщины клитор и влагалище разбухают в результате усиленного притока крови. Малые половые губы становятся темнее, а большие половые губы разглаживаются и раскрываются.

Одним из первых признаков возбуждения женщины является увлажнение вокруг входа во влагалище. Это происходит в результате стимуляции секреторных клеток, выстилающих влагалище. Эта жидкость смазывает влагалище, подготавливая его для введения пениса.

Груди слегка увеличиваются, соски твердеют. Ареолы (околососковые кружки) набухают и темнеют. Повышается артериальное давление, увеличивается пульс и напрягаются мышцы, учащается дыхание.

Эта стадия возбуждения может иметь разную продолжительность. Она либо приводит к секреторной стадии, либо постепенно угасает.

Физическое возбуждение у женщины



Сокращения во время оргазма могут облегчать продвижение спермы в матку и маточные (фаллопиевы) трубы

Матка
Поднимается из полости таза во время секреторной стадии; во время оргазма начинает ритмично сжиматься

Верхняя часть влагалища
Увеличивается во время секреторной стадии, создавая пространство для приема спермы и увеличивая возможность оплодотворения

Вагинальная секреция
Смазывает влагалище, облегчая проникновение пениса

Область гениталий
Клитор и половые губы наполняются кровью в результате усиления кровотока на стадии возбуждения

СЕКРЕТОРНАЯ СТАДИЯ

Если сексуальное возбуждение и стимуляция продолжаются, наступает секреторная стадия. Она характеризуется усилением притока крови ко всей области гениталий. Нижняя часть влагалища сужается, что помогает захватывать пенис во время полового акта. Верхняя часть влагалища расширяется, и матка поднимается из тазовой полости, что вызывает расширение вагинальной полости и создает область, куда может поступать сперма.

В ходе этой стадии малые половые губы темнеют, клитор укорачивается и скрывается под складкой губ. Несколько капель жидкости могут выделять железы преддверия, расположенные в месте соединения влагалища и вульвы. При продолжении стимуляции эта стадия может привести к оргазму – третьей и самой короткой из четырех стадий.

ОРГАЗМ

Женский оргазм может быть более интенсивным, но он редко длится более 15 секунд. Оргазм начинается с волны ритмических сокращений нижней части влагалища. Первые сокращения происходят каждые 0,8 секунды – с той же частотой, с какой пенис извергает сперму. После первых сокращений интервал между ними постепенно увеличивается. Возможно, что эти сокращения у женщин способствуют продвижению спермы в матку и маточные (фаллопиевы) трубы.

Оргазмические сокращения распространяются по всей длине влагалища до матки. Мышца таза и промежности (часть тела между анальным отверстием и влагалищем) и сфинктеры мочевого пузыря и прямой кишки также сокращаются.

Женщины обычно испытывают от 5 до 15 оргазмических сокращений, в зависимости от интенсивности оргазма.

Мышцы спины и ступней могут также во время оргазма испытывать непроизвольные сокращения, от чего спина может изгибаться, а пальцы ног сгибаться. Пульс может возрастать до 180 ударов, а частота дыхания до 40 вздохов в минуту. Поднимается артериальное давление, зрачки и ноздри расширяются. Женщина может часто дышать или задерживать дыхание во время оргазма.

Рефрактерный период



После семяизвержения мужчины испытывают рефрактерный период, во время которого они не могут достичь очередного оргазма. Этот латентный период может длиться от двух минут до нескольких часов.

Женщины не испытывают рефрактерный период, и у некоторых оргазм может наступать многократно.

Мужчина и женщина по-разному ведут себя после оргазма. Однако оба ощущают расслабленность и сонливость

РАССЛАБЛЕНИЕ

Когда стадия оргазма завершена, наступает стадия расслабления. В это время груди женщины возвращаются к обычному размеру, мышцы тела расслабляются, восстанавливаются нормальный пульс и дыхание.

Как происходит зачатие

Миллионы сперматозоидов движутся по женскому репродуктивному тракту в поисках яйцеклетки. Требуются сотни сперматозоидов, чтобы прорвать наружную оболочку яйцеклетки, но только один из них оплодотворяет ее.

Оплодотворение происходит, когда одна мужская гамета (сперматозоид) и одна женская гамета (яйцеклетка) сливаются после полового акта. В результате такого слияния зарождается новая жизнь.

СПЕРМАТОЗОИД

После полового акта сперматозоиды, содержащиеся в мужской сперме, продвигаются к матке. По пути они питаются щелочной слизью из канала шейки матки. Из матки сперматозоиды продолжают свой путь в маточную (фаллопиеву) трубу.

Хотя это расстояние составляет всего около 20 см, время его прохождения может составить до двух часов, так как относительно размера сперматозоидов это расстояние довольно значительное.

ВЫЖИВАНИЕ

Хотя средний объем семяизвержения составляет около 300 млн сперматозоидов, только части из них (около 10 тыс.) удается достичь маточной трубы, где находится яйцеклетка. На самом деле яйцеклетки достигает еще меньше сперматозоидов. Это происходит потому, что множество сперматозоидов уничтожаются враждебной вагинальной средой или погибают в других частях репродуктивного тракта.

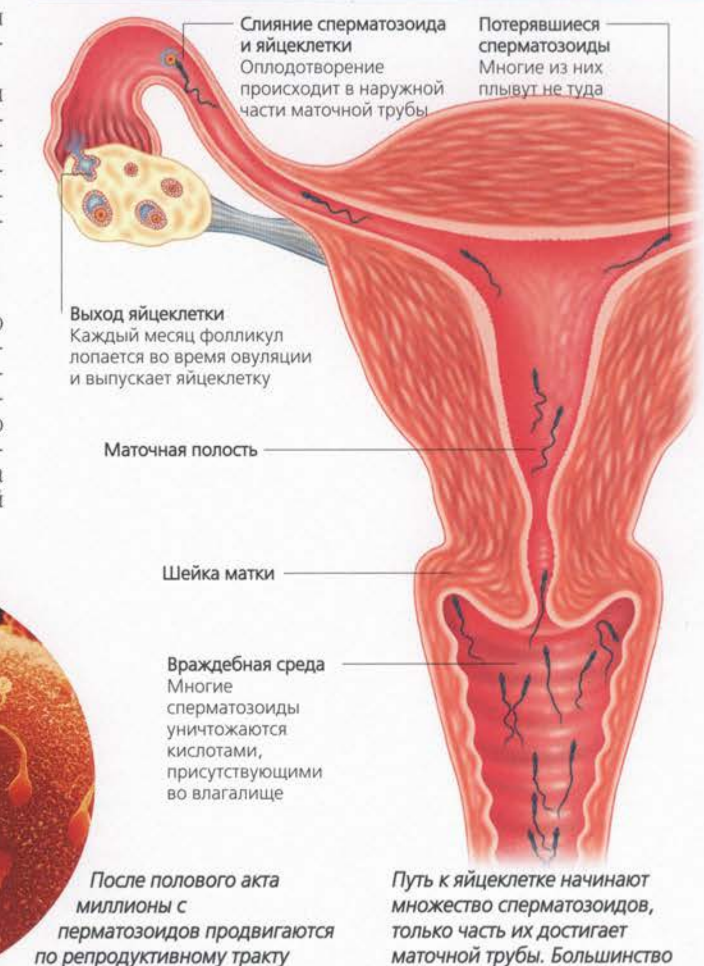
Сперматозоиды способны оплодотворить яйцеклетку только после того, как они некоторое время пробудут в женском теле. Жидкости репродуктивного тракта активируют сперматозоиды, и поэтому хлыстообразные движения их хвостов становятся более мощными.

Продвигаться сперматозоидам также помогают сокращения матки, проталкивающие сперматозоиды в тело. Сокращения стимулируются простагландинами, содержащимися в сперме и вырабатываемыми во время женского оргазма.

ЯЙЦЕКЛЕТКА

После выхода из фолликула (во время овуляции) яйцеклетка продвигается к матке за счет волнообразных движений клеток, выстилающих маточную трубу. Обычно яйцеклетка сливается со сперматозоидом примерно через два часа после полового акта в наружной части маточной трубы.

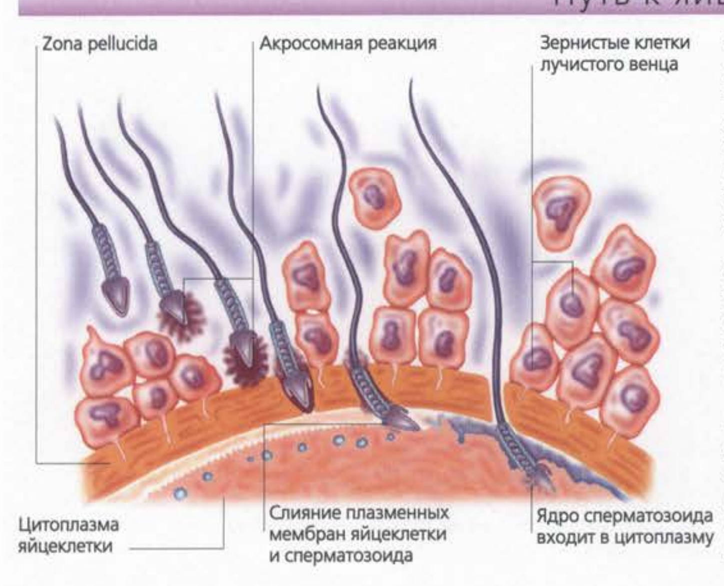
Путь к оплодотворению



После полового акта миллионы сперматозоидов продвигаются по репродуктивному тракту в поисках яйцеклетки

Путь к яйцеклетке начинают множество сперматозоидов, только часть их достигает маточной трубы. Большинство теряются по пути

Путь к яйцеклетке



На пути к яйцеклетке секреции, присутствующие в женском репродуктивном тракте, истощают запас холестерина сперматозоидов, что ослабляет их акросомные мембраны. Этот процесс известен как капаситация, и без него не может произойти оплодотворение.

Уже вблизи яйцеклетки сперматозоиды химическим путем притягиваются к ней. Когда сперматозоиды, наконец, вступают в контакт с яйцеклеткой, их акросомные мембраны уже полностью исчезают, и содержимое каждой акросомы (содержащий фермент участок сперматозоида) изливается наружу.

Когда сперматозоиды достигают яйцеклетки, они выделяют ферменты. Эти ферменты разрушают наружные защитные слои яйцеклетки, обеспечивая проникновение сперматозоида

ПРОНИКНОВЕНИЕ

Ферменты, выпущенные сперматозоидами, вызывают разрушение клеток яйценосного бугорка и *zona pellucida*, защитных наружных слоев яйцеклетки. Требуется, чтобы лопнули по крайней мере 100 акросом для образования прохода через эти слои единственному сперматозоиду.

Итак, сперматозоиды, первыми достигшие яйцеклетки, жертвуют собой ради проникновения сквозь цитоплазму яйцеклетки другого сперматозоида, начавшего вместе с ними путь к зачатию.

Оплодотворение

Когда сперматозоид проникает в яйцеклетку, их генетические материалы сливаются. Образуется зигота, при делении которой формируется эмбрион.

Как только сперматозоид проникает в яйцеклетку, внутри нее начинается химическая реакция, не позволяющая другим сперматозоидам проникать в яйцеклетку.

МЕЙОЗ II

Проникновение ядра сперматозоида в яйцеклетку активирует завершение ядерного деления (мейоз II), начавшегося во время овуляции, когда образовались гаплоидный ооцит и второе полярное тельце.

Почти сразу же ядра сперматозоида и яйцеклетки сливаются и образуют диплоидную зиготу, содержащую генетический материал матери и отца.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОЛА

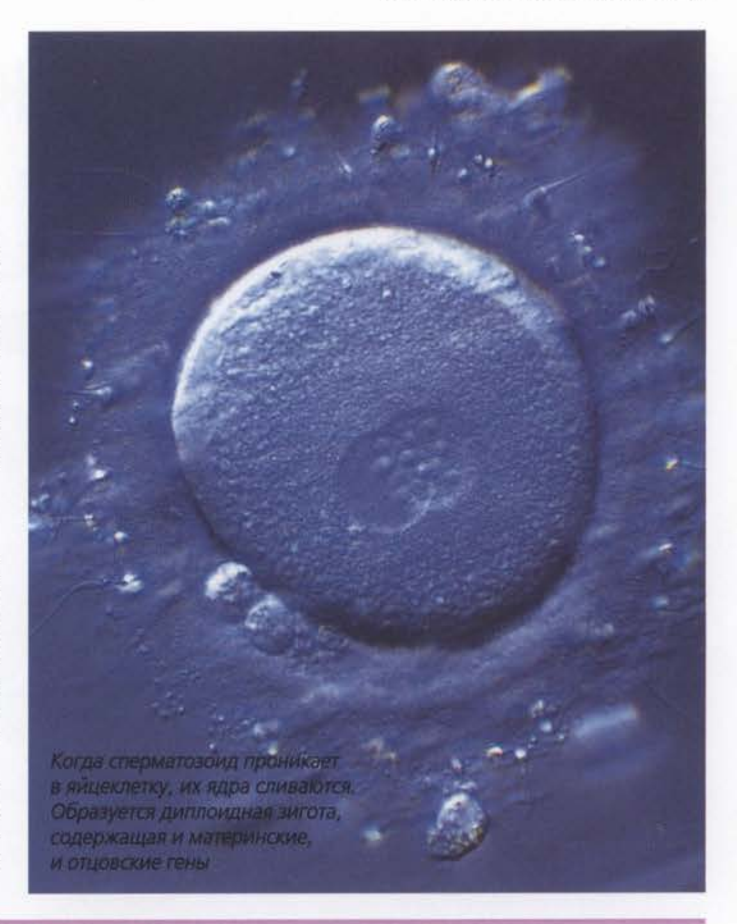
Именно в момент оплодотворения определяется пол будущего ребенка. Пол будущего ребенка диктует сперматозоид, а значит, генетический материал отца.

Пол определяет комбинация двух половых хромосом: X и Y. Женщина привносит хромосому X, а мужчина либо хромосому X, либо хромосому Y. Оплодотворение яйцеклетки (X) осуществляется сперматозоидом, содержащим хромосому X или Y, в результате чего образуется женский набор (XX) или мужской (XY).

ДЕЛЕНИЕ КЛЕТКИ

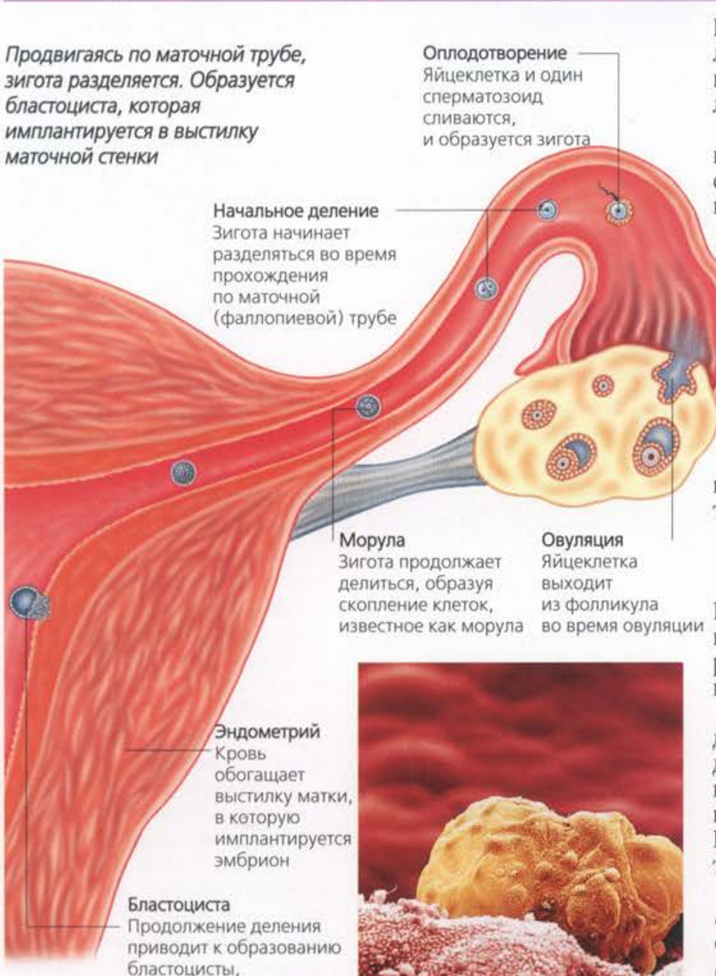
Через несколько часов после оплодотворения зигота подвергается серии митотических делений, в результате чего образуется скопление клеток, известное как морула. Клетки морулы делятся каждые 12–15 часов, продуцируя бластоцисту, состоящую примерно из 100 клеток.

Бластоциста выделяет хорионический гормон гонадотропин. Это предохраняет желтое тело от разрушения, а значит, обеспечивает секрецию прогестерона.



Когда сперматозоид проникает в яйцеклетку, их ядра сливаются. Образуется диплоидная зигота, содержащая и материнские, и отцовские гены

Имплантация и развитие



Продвигаясь по маточной трубе, зигота разделяется. Образуется бластоциста, которая имплантируется в выстилку маточной стенки

Примерно через три дня после оплодотворения бластоциста начинает свой путь из маточной (фаллопиевой) трубы в матку.

В обычном состоянии бластоциста не смогла бы пройти через сфинктер маточной трубы. Однако повышение уровня прогестерона, инициированное оплодотворением, заставляет мышцу расслабиться, пропуская бластоцисту в матку.

Повреждение или блокировка маточной трубы не позволяют бластоцисте проходить через трубу, что грозит внематочной беременностью, при которой эмбрион начинает развиваться в маточной трубе.

РОЖДЕНИЕ НЕСКОЛЬКИХ МЛАДЕНЦЕВ

В большинстве случаев у женщин поочередно из каждого яичника раз в месяц выделяется одна яйцеклетка.

Однако иногда оба яичника выделяют яйцеклетки, они обе оплодотворяются сперматозоидами, в результате чего на свет появляются неоднояйцевые близнецы. В таких случаях каждый плод питает собственная плацента.

Когда зигота достигает матки, она прикрепляется к эндометрию. Под воздействием обильного кровоснабжения она начинает развиваться

Очень редко оплодотворенная яйцеклетка может самопроизвольно разделиться надвое и образовать два эмбриона. В этом случае на свет появляются однояйцевые близнецы с одинаковыми генами и единой плацентой.

Сиамские близнецы рождаются в тех случаях, когда через несколько часов после оплодотворения происходит неполное деление яйцеклетки.

ИМПЛАНТАЦИЯ

Достигнув матки, бластоциста имплантируется в утолщенную выстилку маточной стенки.

Выделение гормонов бластоцистой означает, что она не опознана как чужеродное тело и не изгнана. После благополучной имплантации бластоцисты наступает беременность.

НАРУШЕНИЯ

Около трети оплодотворенных яйцеклеток не удается имплантироваться в матку, и они погибают.

Из числа имплантированных яйцеклеток у многих эмбрионов наблюдаются нарушения в генетическом материале, такие как, например, лишняя хромосома.

Подобные нарушения приводят к тому, что эмбрион умирает вскоре после имплантации. Это может происходить даже перед первым отсутствием менструации, так что женщина может и не узнать, что была беременна.

Как протекают роды

Ближе к концу беременности и у матери, и у плода происходят физиологические изменения. Инициирующие гормоны вызывают сокращение стенки матки, в результате чего выталкиваются ребенок и плацента.

Роды – это рождение младенца, то есть заключительная стадия беременности. Обычно беременность длится 280 дней (40 недель) с момента последней менструации.

Ряд физиологических процессов, в результате которых ребенок выходит из тела матери, называются одним словом «роды».

ИНИЦИАЦИЯ РОДОВ

Точный сигнал, инициирующий роды, неизвестен, но определены многие факторы, играющие роль в инициации родов.

Перед родами уровень прогестерона, выделяемого плацентой в материнский кровоток, достигает пикового значения. Прогестерон – это гормон, отвечающий за состояние маточной выстилки во время беременности, он воздействует, как ингибитор, на гладкую мышцу матки.

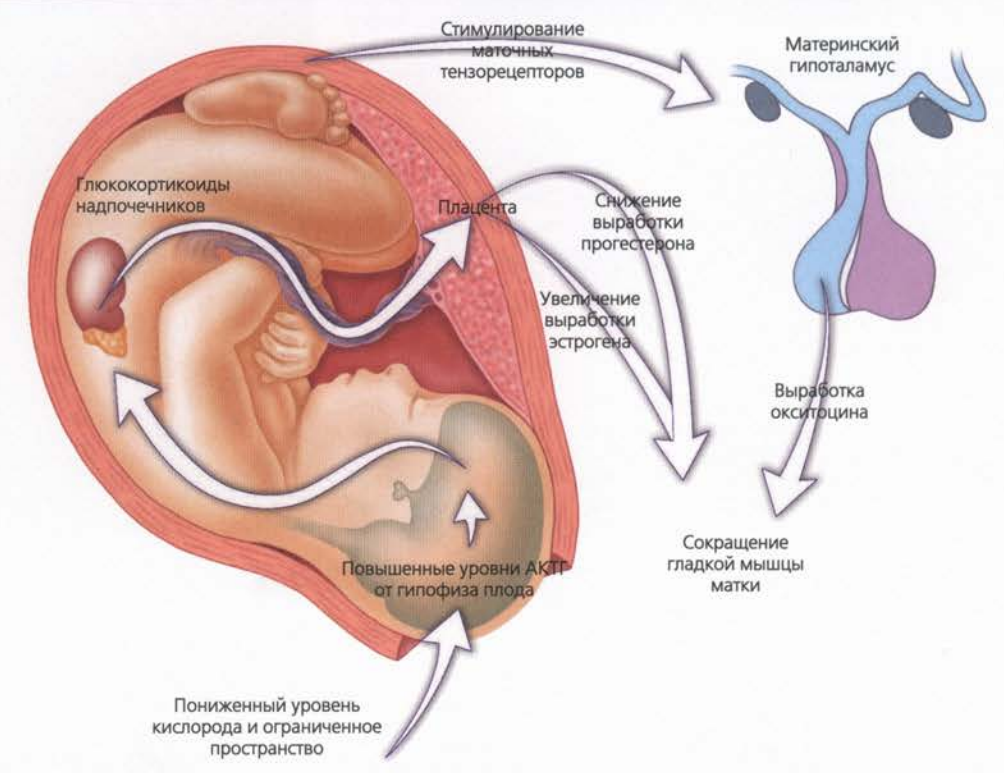
ГОРМОНАЛЬНЫЕ АКТИВАТОРЫ

В конце беременности в матке остается совсем мало места, значительно ограничивается снабжение плода кислородом (в результате более быстрого увеличения плода, чем размера плаценты). Это вызывает повышение уровня адренокортикотропного гормона (АКТГ), выделяемого из передней доли гипофиза плода.

Из-за этого активизируется кора надпочечника плода, она посылает химические сигналы (глюкокортикоиды), замедляющие выделение прогестерона плацентой.

Тем временем уровень эстрогена, выделяемого плацентой в материнский кровоток, достигает пикового значения. В результате этого клетки миометрия матки образуют увеличенное число рецепторов окситоцина (делая матку более чувствительной к воздействию окситоцина).

Гормональные изменения перед родами



В конце полного срока беременности происходит ряд гормональных изменений. В результате выстилка матки ослабевает, и начинаются сокращения

СОКРАЩЕНИЯ

В конце концов замедляющее действие прогестерона на клетки гладкой мышцы матки преодолевается стимулирующим действием эстрогена.

Внутренняя выстилка матки (миометрий) ослабевает, и матка начинает нерегулярно сокращаться. Эти сокращения, известные как схватки Бракстона-Хикса, способствуют увеличению эластичности шейки матки при подготовке к родам, и очень часто ошибочно воспринимаются роженицами как начало родов.

Начало родов – регулярные сокращения матки (родовые схватки).

Начало родов



Когда полный срок беременности подходит к концу, тензорецепторы в шейке матки активизируют гипоталамус для стимуляции гипофиза на выработку гормона окситоцина. Определенные клетки плода также начинают выделять его.

Повышенные уровни окситоцина активируют плаценту для выработки простагландинов, и вместе они стимулируют сокращение матки.

Окситоцин активирует маточные сокращения, выталкивающие плод в шейку матки. Чем больше расширяется шейка матки, тем больше выделяется окситоцина

ИНТЕНСИФИКАЦИЯ СОКРАЩЕНИЙ

Когда матка ослабевает из-за интенсивного действия прогестерона и становится более чувствительной к воздействию окситоцина, сокращения становятся более мощными и частыми, и начинаются ритмичные родовые схватки.

Активизируется механизм «положительной обратной связи»: чем выше интенсивность сокращений, тем больше выделяется окситоцина, что в свою очередь увеличивает интенсивность сокращений. Эта цепочка разрывается, когда шейка матки перестает растягиваться после родов и уровень окситоцина падает.

Стадии родов

Роды можно разделить на три характерные стадии: расширение шейки матки, изгнание плода и отделение плаценты.

РАСШИРЕНИЕ ШЕЙКИ МАТКИ

Чтобы головка младенца могла пройти через родовой канал, шейка матки и влагалище должны увеличиться в диаметре примерно до 10 см. Когда начинаются роды, слабые, но регулярные сокращения возникают в верхней части матки.

Интервал между этими начальными сокращениями 15–30 минут, и длятся они около 10–30 секунд. Затем сокращения повторяются быстрее и становятся более интенсивными, возникая уже и в нижней части матки.

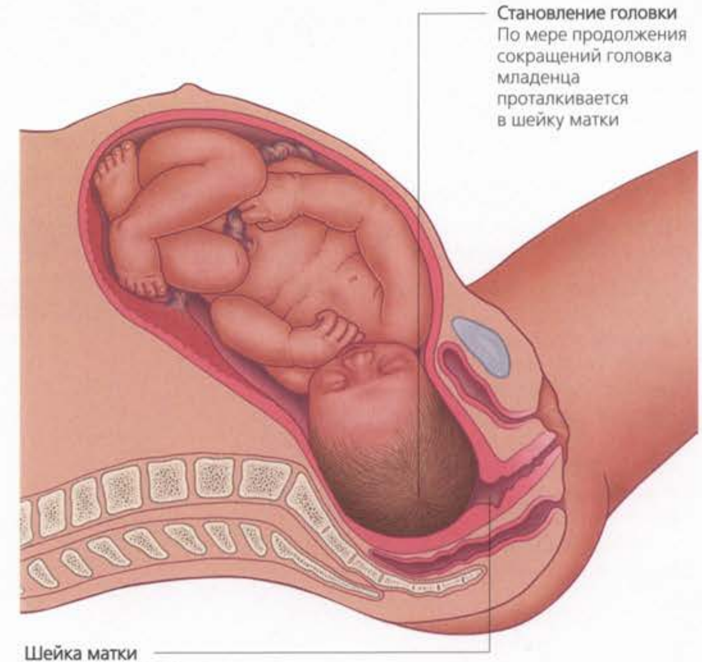
Каждое сокращение проталкивает головку младенца в шейку матки. Амниотический мешок, защищающий младенца на протяжении беременности, лопается, и выходят околоплодные воды.

СТАНОВЛЕНИЕ ПЛОДА

Стадия расширения шейки матки – самая длительная часть родов, она может продолжаться от 8 до 24 часов.

В ходе этой стадии младенец начинает опускаться в родовой канал и поворачивается при этом, пока головка не будет направлена в сторону таза.

Расширение шейки матки – самая длительная стадия родов. Для нужного расширения, позволяющего осуществить роды, может потребоваться до 24 часов



Изгнание плода



Вторая стадия родов – изгнание плода – продолжается от полного расширения шейки матки до выхода младенца.

Обычно к тому времени, когда шейка матки полностью расширена, сокращения возникают с периодичностью 2–3 минуты и каждое сокращение матки продолжается около минуты.

ПОТУГИ

В этот момент роженица должна тужиться, напрягая брюшные мышцы.

Когда шейка матки полностью расширена, младенец готов к выходу наружу. Роженица должна тужиться, чтобы проталкивать младенца через шейку матки

Потуги могут продолжаться даже до двух часов, но обычно заканчиваются гораздо быстрее, и наступает родоразрешение.

РОДОРАЗРЕШЕНИЕ

Прорезывание головки плода происходит, когда самая крупная часть головки младенца достигает влагалища. Во многих случаях влагалище настолько растягивается, что возникают разрывы.

Как только головка младенца выходит наружу, остальное тело продвигается уже гораздо легче.

Когда младенец выходит головкой вниз, череп (в его самой широкой части) действует как клин, расширяющий шейку матки. Такое положение позволяет младенцу дышать еще до полного выхода.

Отделение плаценты

Конечная стадия родов, когда отделяется плацента, может продолжаться до 30 минут после рождения ребенка.

После рождения ребенка ритмические маточные сокращения продолжаются. Они сжимают маточные кровеносные сосуды, ограничивая кровотечение, а также вызывают отделение плаценты.

ПОСЛЕД

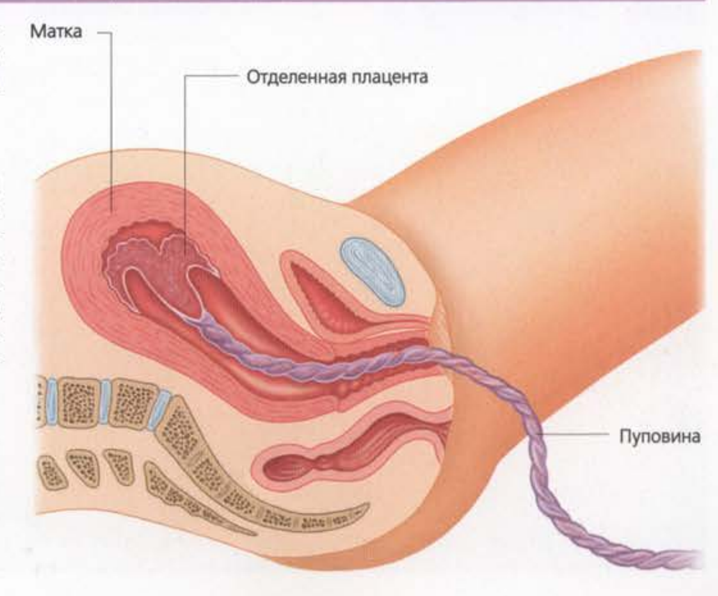
Плацента и прикрепленные к ней оболочки плода (послед), затем легко удаляются, если осторожно потянуть за пуповину. Необходимо удалить все фрагменты плаценты, чтобы предотвратить послеродовое маточное кровотечение и инфекцию.

В обрезанной пуповине должно оставаться некоторое количество кровеносных сосудов, так как отсутствие пупочной артерии часто связано с сердечно-сосудистыми заболеваниями у детей.

УРОВНИ ГОРМОНОВ

Уровни эстрогена и прогестерона в крови резко падают, когда отсутствует сам источник этих гормонов – плацента. По истечении четырех или пяти недель после родов матка становится значительно меньше, но все же остается большей по размеру, чем до беременности.

Сокращения матки продолжаются и после рождения ребенка. Это обеспечивает отрыв плаценты от маточной стенки, и плаценту можно удалить, осторожно потянув за пуповину



Функция крови

Кровь переносит жизненно необходимый кислород и питательные вещества, необходимые для функционирования клеток нашего тела. Кровь также выносит продукты выделения, вырабатываемые тканями тела.

Кровь составляет до 8% от общей массы человеческого тела. У обычного взрослого мужчины около 5 л крови, хотя этот объем в значительной степени варьируется, в зависимости главным образом от габаритов человека.

Объем крови у обычной взрослой женщины около 4 л; у шестилетнего ребенка – около 1,6 л, а у новорожденного младенца всего около 0,35 л.

КРОВООБРАЩЕНИЕ

Кровь циркулирует внутри замкнутой системы кровеносных сосудов, состоящей из артерий, капилляров и вен. Эта комплексная сеть перемещает кровь от и ко всем тканям и органам тела.

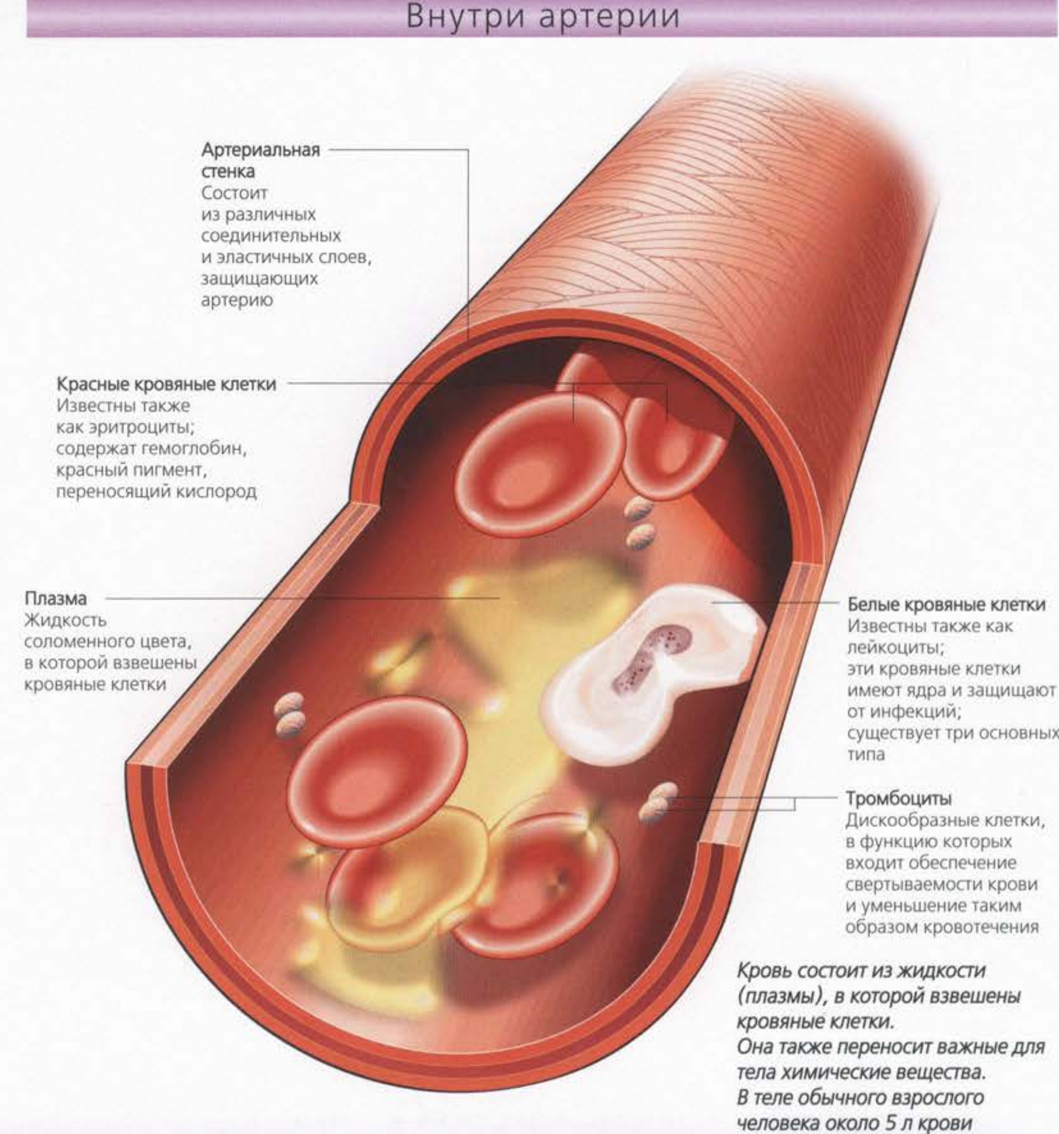
В любое время у обычного человека объемы крови в различных отделах системы кровообращения примерно следующие.

- Артерии – 1200 мл
- Капилляры – 350 мл
- Вены – 3400 мл

Таким образом, большинство крови циркулирует в наших венах и совсем небольшое количество – в капиллярах.

Кровь в венах (венозная кровь, возвращающаяся в сердце) гораздо темнее по цвету, чем артериальная кровь, поскольку в ней содержится относительно немного кислорода. Обогащенная кислородом кровь из сердца, которая находится в артериях, – ярко-красного цвета. Капиллярная кровь, которую мы видим при порезах, – чуть менее ярко-красная, чем артериальная.

Внутри артерии



Кровь состоит из жидкости (плазмы), в которой взвешены кровяные клетки. Она также переносит важные для тела химические вещества. В теле обычного взрослого человека около 5 л крови

Как образуется кровь



На раскрашенной микрофотографии изображены незрелые красная и белая кровяные клетки в костном мозге. Все клетки образуются из единственной клетки в процессе, гемопоэза

Кровяные клетки вырабатываются в основном в костном мозге – мягкой ткани, присутствующей в середине костей – это эритропоэз. Некоторые кровяные клетки вырабатываются также в селезенке, крупном органе, расположенном в верхнем левом углу живота.

У детей кровяные клетки вырабатываются главным образом в мозге длинных костей – костей рук и ног. А у взрослых – в основном в мозге более плоских костей тела, таких как кости таза.

Продуцирование крови проходит удивительными темпами. Буквально миллиарды новых красных кровяных клеток вырабатываются костным мозгом в течение суток. Такое интенсивное продуцирование объясняется тем фактом, что кровяные клетки очень быстро изнашиваются; в среднем красная кровяная клетка живет от 80 до 120 дней, а каждую секунду умирает около двух миллионов клеток.

Компоненты крови

Кровь, циркулирующая в наших телах, не является однородной субстанцией, она состоит из нескольких важных ингредиентов. В плазме взвешены красные и белые кровяные клетки, а также тромбоциты; у каждой из клеток своя, особая функция.

Кровь состоит из различных клеток, взвешенных в светло-желтой жидкости – плазме. Плазма – это липкая жидкость, содержащая различные химические вещества. Составные компоненты плазмы включают:

- Белки 7%
- Соль 0,9%
- Глюкоза 0,1%

Основные белки в плазме крови называются альбумин, глобулин и фибриноген. Они помогают снабжать питательными веществами ткани тела, а также защищают его от инфекционных заболеваний. Фибриноген еще обеспечивает сворачиваемость крови – он превращается в фибрин, ячеистый материал, помогающий остановить кровотечение после травмы.

Глюкоза – форма сахара – основное «топливо» для тела, а соль является самым важным минералом, содержащимся в теле. Ее присутствие обусловливает солоноватый вкус крови.



КРАСНЫЕ КРОВЯНЫЕ КЛЕТКИ

В крови присутствуют три типа клеток: эритроциты, лейкоциты и тромбоциты. Красные кровяные клетки (эритроциты) – самые многочисленные в крови. Они содержат пигмент гемоглобин – железосодержащее химическое вещество, доставляющее кислород в легкие.

Донорскую кровь можно использовать для переливания во время операций или после травм. Иногда эритроциты могут быть отделены от плазмы

Основные элементы крови



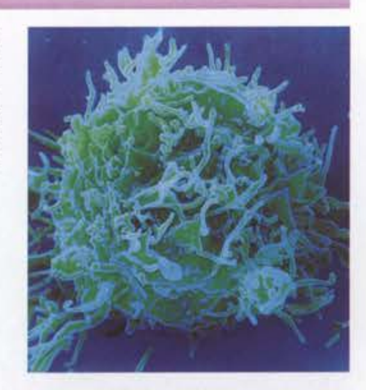
Белые кровяные клетки и тромбоциты

Белых кровяных клеток (лейкоцитов) по количеству гораздо меньше, чем эритроцитов. У детей около 10 тыс. белых кровяных клеток в 1 мм³ крови, а у взрослых и того меньше.

Лейкоциты играют важную роль в защите от болезней. Они делятся на различные типы.

- Нейтрофилы: борются с бактериями и грибками.
- Эозинофилы: помогают защищать тело от паразитов и различных аллергенов.
- Лимфоциты: участвуют в выработке иммунитета против инфекции.
- Моноциты: способны поглощать посторонние частицы в кровотоке.
- Базофилы, возможно, способны тоже поглощать посторонние примеси, но о них почти ничего не известно.

Тромбоциты – очень маленькие клетки, участвующие в процессе свертывания крови. В 1 мм³ крови около 250 тыс. тромбоцитов. Когда кровеносные сосуды порезаны или повреждены, тромбоциты (которые очень липкие) тут же слипаются друг с другом и заклеивают место повреждения, помогая (вместе с фибрином) останавливать кровотечение.



Эта белая кровяная клетка представляет собой Т-лимфоцит, покрытый характерными микроворсинками. Такие клетки важны для выработки иммунитета

Что происходит при кровотечении



Кровотечение из уха может быть тревожным симптомом травмы головного мозга; но может быть вызвано и поверхностным порезом ткани уха. Серьезность травмы должен оценить врач

Если наша кожа порезана, начинается кровотечение. Большинство порезов небольшие, повреждается мало капилляров. Вскоре кровотечение останавливается, особенно если сильно зажать рану.

Но главная причина остановки кровотечения заключается в свертываемости крови. Нити фибрина образуют сетевидную накладку на месте кровотечения, предотвращая потерю крови.

Более серьезное кровотечение происходит, если повреждены вена или артерия. Вены можно видеть прямо под кожей, и если они порезаны, то в течение длительного времени будут выделять довольно большое количество крови. Наложение жгута поможет остановить кровотечение, но может понадобиться и хирургическое вмешательство.

Еще опасней, если порезана артерия, поскольку за очень малое время из раны может быть выброшено под давлением большое количество крови. Если тут же не пережать артерию, человек может истечь кровью и умереть.

Причина, по которой значительная потеря крови может вызвать быструю смерть, заключается в том, что телу, а в особенности мозгу, требуется постоянное кровоснабжение. Если недостаточно крови, значит, мало кислорода, в результате чего клетки умирают.

Как циркулирует кровь

Циркуляция переносит кровь к и от каждой ткани тела, поддерживая оптимальную среду для жизни и функционирования клеток. Она также позволяет транспортировать по телу гормоны.

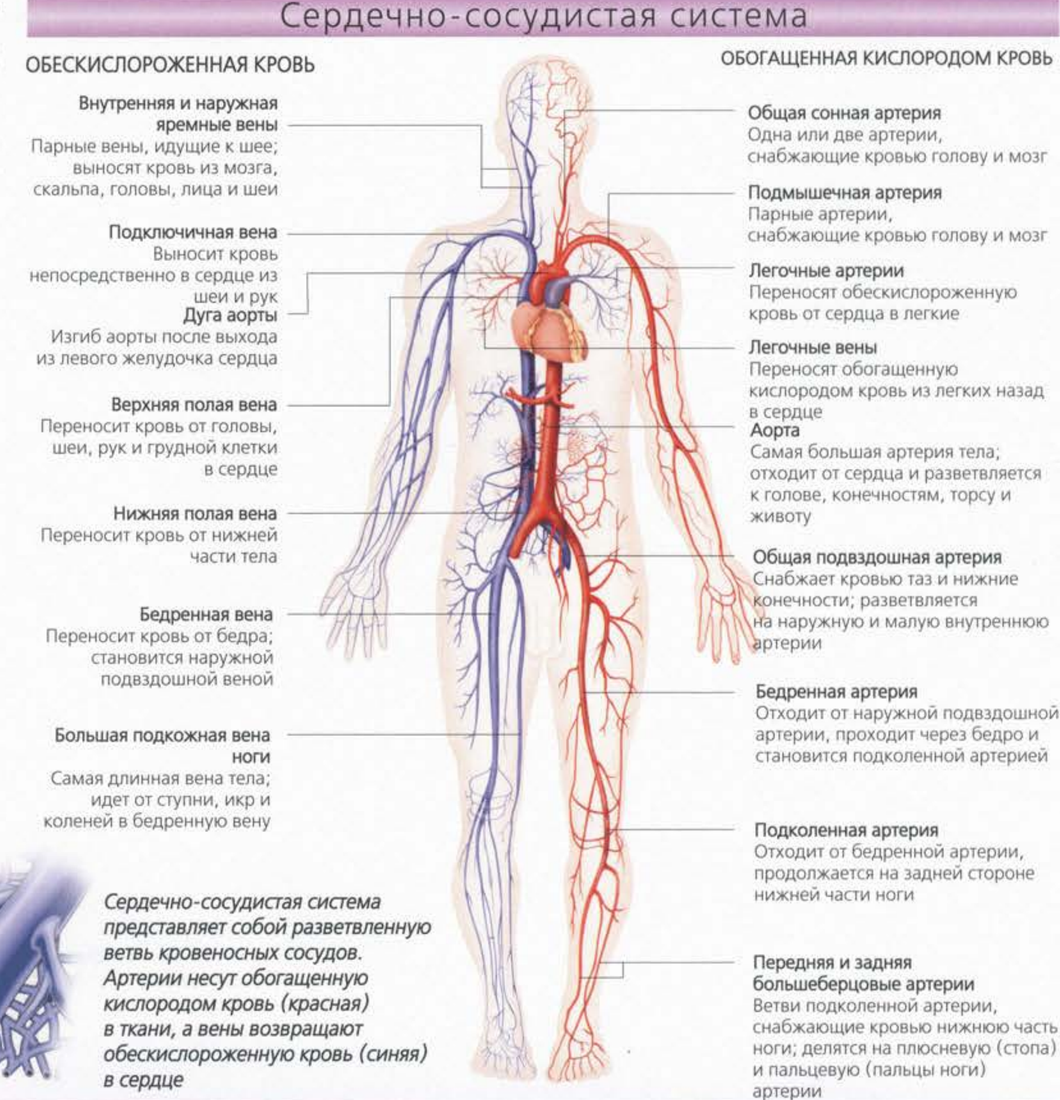
Функция циркуляции состоит в кровоснабжении каждой ткани, транспортировке питательных веществ и кислорода к клеткам. Циркуляция выносит из тканей отходы и транспортирует их в почки или легкие для вывода из организма.

Циркуляция осуществляется за счет перекачки крови сердцем, мощные «струи» крови выталкиваются в артериальную систему. Артерии делятся на более мелкие ветви и совсем крохотные артерии (артериолы), доставляющие кровь в микроскопические капилляры. Капилляры пролегают в тканях и соединяются с самыми мелкими венами (венулами).

Сливаясь, венулы образуют вены, по которым кровь возвращается в сердце. По возвращении в сердце кровь перекачивается в легкие для обогащения кислородом.

Артерии и вены связаны между собой сетью капилляров. Эта сеть длиной свыше 150 тыс. км, обеспечивает обмен кислородом и питательными веществами между артериальной и венозной системами

Сердечно-сосудистая система



Сердечно-сосудистая система представляет собой разветвленную ветвь кровеносных сосудов. Артерии несут обогащенную кислородом кровь (красная) в ткани, а вены возвращают обескислороженную кровь (синяя) в сердце

Артериальное давление

Артериальное давление – это сила давления крови на единицу площади в артериальной системе. Оно измеряется в миллиметрах ртутного столба или в килопаскалях (некоторые европейские страны).

Артериальное давление выражается двумя цифрами, например, 150/110. Первая, или верхняя, цифра обозначает давление в артериях, когда сердце сокращается (систола сердца) – систолическое давление. Вторая, или нижняя, цифра обозначает давление в артериях во время расслабления сердца (диастола) – диастолическое давление.

Диастолическое давление часто считается более важным клинически, особенно когда измеряемое артериальное давление высокое – потому что на систолическое давление слишком влияет такой фактор, как тревога. Артериальное давление обычно измеряется путем наложения сдутой манжеты, соединенной с измерительным прибором, на верхний участок руки.

От гипертензии (повышенное артериальное давление) страдают миллионы людей; в большинстве случаев причина этой болезни неизвестна. Но важно следить за артериальным давлением, поскольку его повышение ведет к сердечным приступам.



Врач измеряет артериальное давление, наложив манжету на верхний участок руки пациента. Давление в этой части тела должно быть ниже 140/90 мм рт. ст.

Кровоток в теле

Кровоток – это объем крови, проходящий через циркуляционную систему, орган тела или отдельный кровеносный сосуд за определенный период времени.

Кровоток через кровеносный сосуд обусловлен сочетанием разницы давления на концах сосуда и сопротивления прохождению кровотока через сосуд.

Артериальное давление максимально высокое в сосудах, расположенных ближе к сердцу, то есть в аорте и легочной артерии. По мере удаления от сердца давление снижается. Однако из двух параметров – давления и сопротивления – большее влияние на кровоток оказывает последний. Интенсивность циркулирующего кровотока у взрослого человека в спокойном состоянии составляет около 5 л в минуту; иначе эту величину называют минутный сердечный выброс.

Приток крови к отдельным тканям с большой точностью контролируется в зависимости от потребностей тканей. Когда ткани активны, им может требоваться в 20, а то и в 30 раз больше крови, чем в спокойном состоянии. Однако минутный сердечный выброс не может увеличиваться более чем в 4–7 раз.

Поскольку тело не может просто увеличивать общий кровоток, местный приток крови к особым тканям контролируется внутренними дозирующими механизмами. Кровь распределяется в зависимости от потребностей особых тканей и отводится от тех тканей, которым в данный момент не требуются питательные вещества или кислород.



Когда артерия порезана, кровь брызжет из раны, поскольку перекачивается под давлением. Венозная кровь перекачивается не под давлением, поэтому ее поток гораздо медленнее

ВЕНОЗНЫЙ КРОВОТОК

«Импульсы», создаваемые сердцебиением, не передаются через крохотные капилляры. Таким образом, в венах нет пульсации. Кровь возвращается по венам обратно в сердце за счет сочетания действий следующих механизмов: сокращения мышц рук и ног; наличия в венах эффективных клапанов и процесса дыхания, помогающего «всасывать» кровь через вены.

Распределение крови

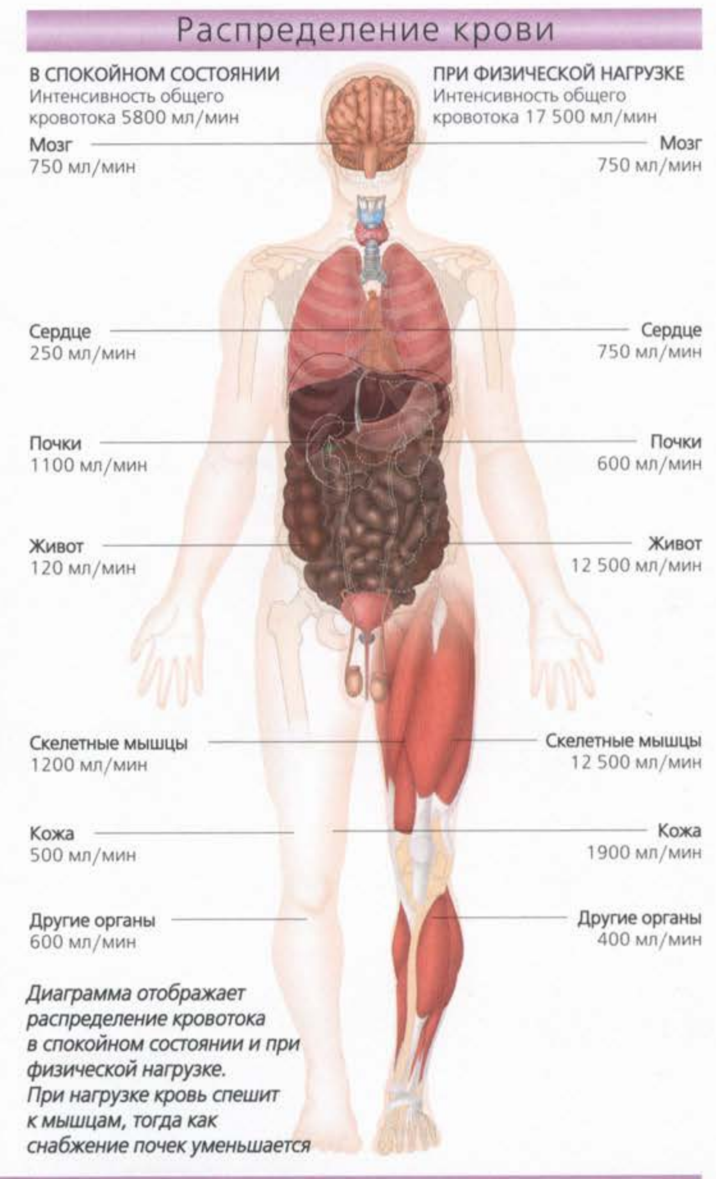
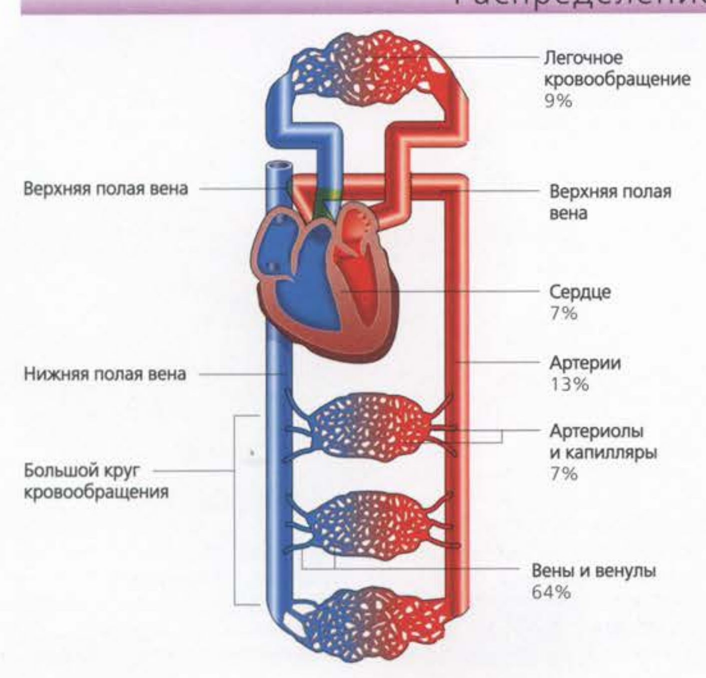


Диаграмма отображает распределение кровотока в спокойном состоянии и при физической нагрузке. При нагрузке кровь спешит к мышцам, тогда как снабжение почек уменьшается

Распределение объема крови



Циркуляция обеспечивает продвижение крови по двум сетям, начинающимся и заканчивающимся в сердце.

БОЛЬШОЙ КРУГ КРОВООБРАЩЕНИЯ

Большой круг кровообращения содержит наибольшую часть объема циркулирующей крови – около 84%. Однако только 7% объема крови находится в капиллярных руслах, где происходит необходимый обмен питательных веществ и отходов. В этих крошечных кровеносных сосудах кровь впервые вступает в тесный контакт с тканями. Капилляры имеют проницаемые стенки, что позволяет химическим молекулам проникать из крови в ткани. Аналогичным образом, химические вещества, образованные в тканях, могут проникать через стенки капилляров в кровь, которая уносит их дальше.

Систему кровообращения можно разделить на две основные части: легочную и большой круг (все тело). Диаграмма показывает, каким образом кровь распределяется между этими частями

ЛЕГОЧНОЕ КРОВООБРАЩЕНИЕ

Легочная циркуляция позволяет выводить отходы из крови в легкие и получать кислород из воздуха. Кровь, возвращающаяся из главных вен тела к правой стороне сердца, снова перекачивается через легочную артерию в легкие.

Здесь артерия разделяется на крохотные артериолы, а затем капилляры, пересекающие ткани легких.

Далее легочные вены возвращают обогащенную кислородом кровь назад в сердце.

Транспортировка крови

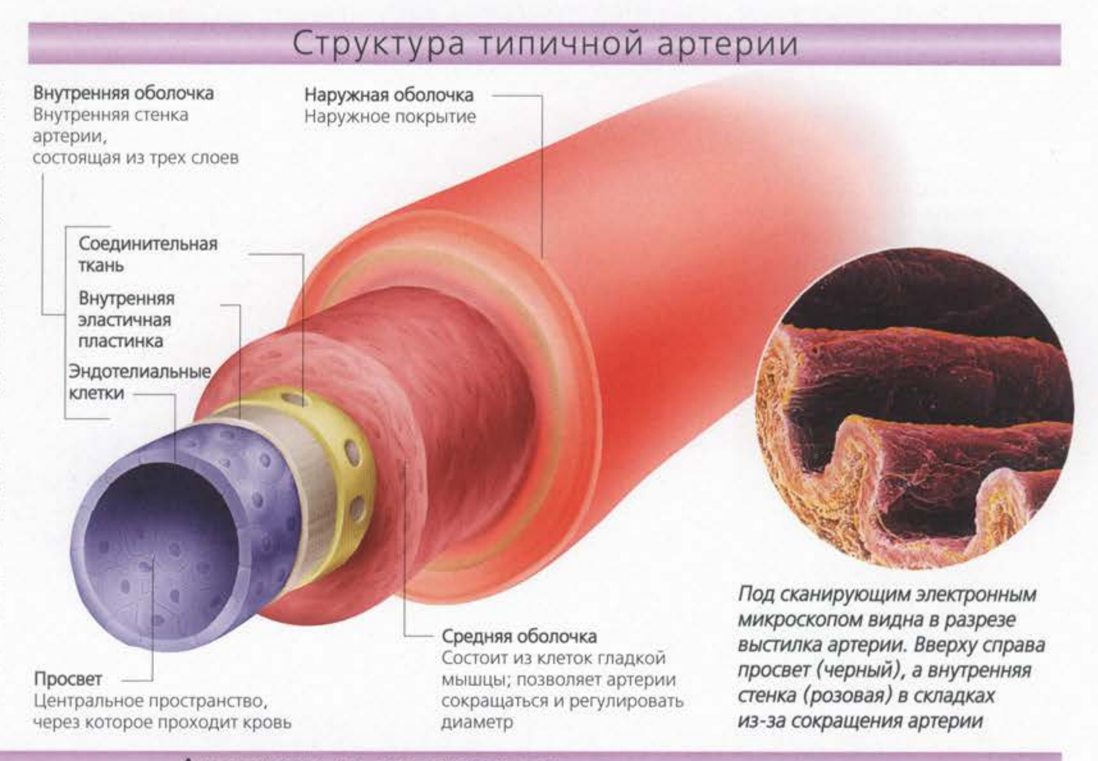
Кровеносные сосуды представляют собой трубочки, по которым кровь проходит по всему телу. По артериям кровь поступает от сердца к тканям тела. Оттуда обескислороженная кровь возвращается по венам обратно в сердце.

ТИПЫ КРОВЕНОСНЫХ СОСУДОВ

Кровеносные сосуды – разные по размеру, в зависимости от количества проходящей по ним крови; таким образом, самые большие сосуды находятся ближе всего к сердцу. Кровь, поступающая в ткани тела, выходит из сердца через аорту, которая образует дугу чуть выше сердца и позади него и переносит кровь вниз в туловище. Из аорты кровь по более мелким артериям поступает в главные органы тела, где артерии разветвляются на еще более мелкие сосуды.

Самые маленькие артерии, или артериолы, доставляют кровь в капилляры, снабжающие ткани кислородом и питательными веществами и выводящие в кровь углекислый газ и отходы. Покидая ткани, кровь по венам переносится все в большие и большие сосуды (крупнейшими из которых являются две полые вены), возвращающие кровь в сердце. Из сердца кровь перекачивается в легкие.

Структура типичной артерии



Под сканирующим электронным микроскопом видна в разрезе выстилка артерии. Вверху справа просвет (черный), а внутренняя стенка (розовая) в складках из-за сокращения артерии

Артерии и артериолы

Кровь выходит из сердца под давлением, поэтому артерии имеют толстые мышечные стенки, состоящие из нескольких слоев. Центральный канал (просвет) окружает внутренняя оболочка, состоящая из выстилки из эндотелиальных клеток, слоя соединительной ткани и слоя ткани, которая называется внутренней эластичной пластинкой. Средний слой состоит из клеток гладкой мышцы и пластин эластичной ткани (эластина). Наружный слой представляет собой плотное наружное покрытие из волокнистой соединительной ткани.

Крупнейшие артерии отходят прямо от сердца. Они известны как эластичные или проводящие артерии, поскольку содержат относительно большую часть эластичной ткани. Это позволяет им расширяться при заполнении кровью, а затем снова сокращаться, проталкивая кровь в более мелкие артерии.

АРТЕРИОЛЫ

Артерии диаметром от 0,3 мм до 0,01 мм называются артериолами. У самых крупных из них имеются все три оболочки, но средняя оболочка состоит только из редких эластичных волокон. Самые мелкие не имеют наружного покрытия, а только эндотелиальную выстилку, окруженную одиночным слоем спиральных мышечных клеток. Поступление крови из артериол в капилляры контролируется симпатическими нервами, которые вызывают сокращение мышечных клеток, ограничивая или уменьшая тем самым просветы артериол.

Красные кровяные клетки проходят через просвет (в центре) артериолы. Сосуд окружен соединительной тканью (желтая)

Пульс

Когда сердце бьется, толчки крови, вытесняемой в аорту из левого желудочка сердца, создают волну давления, проходящую по всем артериям тела. Там, где артерия располагается близко к коже, мы можем ощущать это давление в виде пульса. Самые удобные точки для прощупывания пульса – это лучевая артерия запястья и общая сонная артерия шеи.

Врач обычно измеряет пульс на запястье пациента. Пульс соответствует сердцебиению, и у здорового взрослого человека в спокойном состоянии составляет 60–80 ударов в минуту



Вены и капилляры

Вены – это сосуды, несущие обескислороженную кровь от всего тела к сердцу. Капилляры образуют сеть между венами и артериями во всех тканях.

Вены

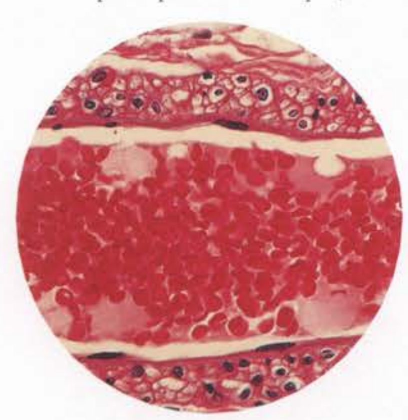
Структура вен очень похожа на структуру артерий, но вены в основном крупнее, имеют более толстые стенки, содержат меньше мышечных, эластичных и коллагеновых тканей, поэтому могут сжиматься и расширяться.

Венулы, самые мелкие вены, собирают кровь из капилляров, которая затем поступает в более крупные вены. Кровь из нижней части тела поступает в нижнюю полую вену, откуда переносится в правое предсердие. Кровь из верхней части тела собирается в верхней полой вене, откуда тоже поступает в правое предсердие.

Большинство вен имеют систему проточных клапанов, обеспечивающих ток крови только в одном направлении. Клапаны имеют форму полумесяца, состоят из двух полукругов ткани и находятся преимущественно в венах нижних конечностей.

Давление крови в венах низкое. Продвижению крови способствует так называемый скелетный мышечный насос, в котором сокращения окружающих скелетных мышц сжимают вену и проталкивают кровь вперед.

В венах диаметром менее 1 мм и в областях, где мышечная активность более или менее постоянная, таких как грудная и брюшная полости, клапанов нет, и кровоток обеспечивается только за счет давления при сокращении мышц.



Эритроциты видны в просвете вены. Они снабжены гемоглобином, переносящим кислород

Мышцы расслаблены

Мышцы сокращены

Проточный клапан Кровь проталкивается в направлении стрелки

Скелетные мышцы Когда мышцы сокращаются, они сжимают вену и заставляют кровь продвигаться от клапана к клапану

Вена Каждая вена поделена на сегменты проточными клапанами, предотвращающими движение крови назад

Скелетная мышца перекачивает кровь через вены назад в сердце. Мышцы сжимают гибкую вену, заставляя клапаны открываться

Типы капилляров

Существует по крайней мере три различных типа капилляров.

■ Непрерывные капилляры состоят из одной длинной эндотелиальной клетки, изогнутой в форме трубочки.

■ Порозные капилляры состоят из двух и более эндотелиальных клеток, имеющих несколько пор, особенно вблизи соединений клеток.

■ Прерывистые капилляры, которые также называются синусоидными капиллярами или васкулярными синусами, состоят из нескольких клеток с крупными порами.

Непрерывные капилляры менее всего проницаемы, и жидкости поступают от окружающих тканей и в них за счет экзоцитоза и эндоцитоза – процессов, с помощью которых пузырьки, содержащие жидкости, продвигаются по эндотелиальным клеткам.

В порозных и синусоидных капиллярах химические вещества гораздо легче проникают через тонкие мембраны, укрывающие поры. Порозные капилляры характерны для эндокринных желез и почек; синусоидные капилляры есть в печени и селезенке.

Структура порозного капилляра



Обморок

Обморок (синкопе) – это временная потеря сознания в результате уменьшения кровоснабжения мозга. Может возникать в результате духоты, резкого вставания, долгого стояния в одной позе, резкого поворота головы и сдавливания шейных артерий, а также как эмоциональная реакция на шок. Может также вызываться плохой отдачей сердца в результате сердечного приступа, аритмии или плохой работы сердечных клапанов.

Обморок может возникать у любого человека, в любом возрасте, независимо от состояния здоровья и физической формы, однако чаще это происходит в пожилом возрасте. Перед потерей сознания человек может испытывать легкое головокружение и тошноту, кожа может побледнеть и стать липкой на ощупь.

Обморок в результате долгого стояния происходит из-за прилива крови в ноги. Кровоток можно восстановить, размяв мышцы ног

Как кровь свертывается

Кровь совершает полный кругооборот в теле каждую минуту, и рану в сосудистом ложе следует быстро заткнуть, чтобы предотвратить чрезмерную потерю крови. Этот процесс называется гемостаз.

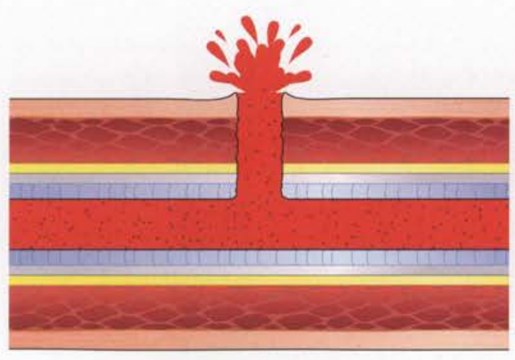
Кровь свободно проходит по неповрежденным кровеносным сосудам частично благодаря избытку естественно образующихся антикоагулянтов. Если стенка кровеносного сосуда повреждена, инициируется серия химических реакций, направленных на остановку кровотечения (гемостаз). Без этого даже малейший порез может привести к смертельной потере крови.

Гемостаз использует множество коагулянтов крови, присутствующих в плазме, а также химические вещества, выделяемые из тромбоцитов и поврежденных клеток.

СТАДИИ ГЕМОСТАЗА

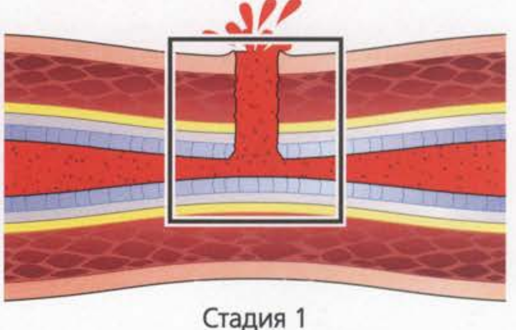
Процесс гемостаза можно разделить на три основные стадии, протекающие в быстрой последовательности после травмы.

- Сужение кровеносных сосудов – включает в себя сужение поврежденного кровеносного сосуда; это может на короткое время значительно снизить потерю крови.
- Образование закупорки из тромбоцитов – повреждение кровеносного сосуда приводит к тому, что тромбоциты, присутствующие в плазме, становятся липкими, склеиваются друг с другом и с поврежденной стенкой сосуда.
- Коагуляция (свертывание крови) – затем закупорка из тромбоцитов усиливается сетью фибриновых волокон. Эта фибриновая сеть улавливает красные и белые кровяные клетки для создания вторичной гемостатической закупорки, или сгустка крови.



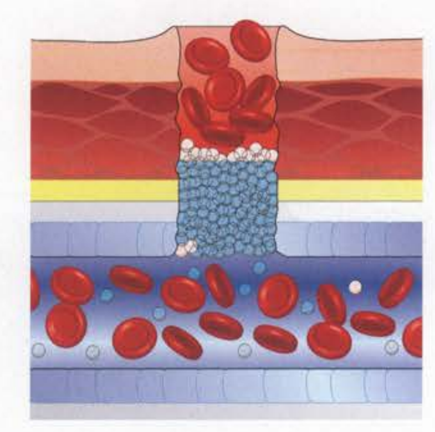
Повреждение

Когда кровеносный сосуд поврежден, кровь выходит из системы кровообращения, и ее объем уменьшается. Чрезмерную потерю крови предотвращает гемостаз



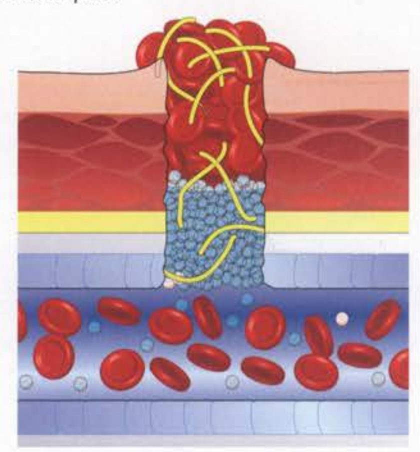
Стадия 1

Первая стадия гемостаза включает сужение кровеносного сосуда; поврежденный кровеносный сосуд сужается, что уменьшает объем проходящей через него крови



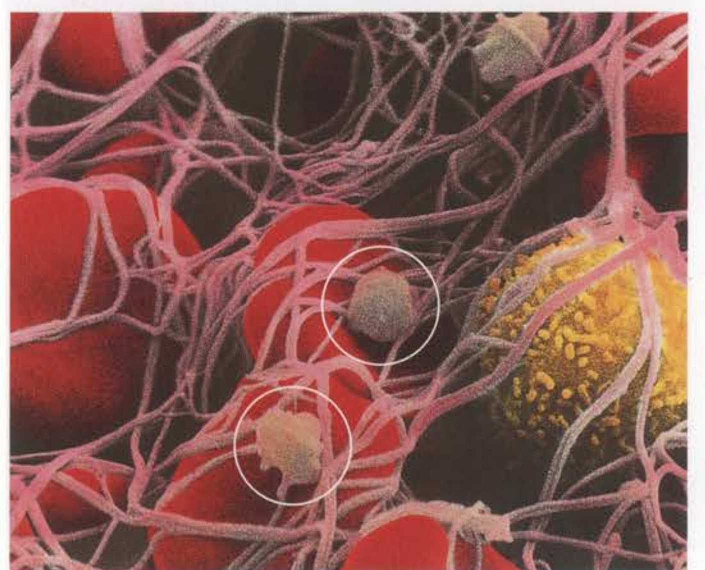
Стадия 2

Формируются закупорки из тромбоцитов. Тромбоциты (белые) склеиваются друг с другом и временно закупоривают отверстие в стенке сосуда



Стадия 3

Образуется сгусток крови; кровяные клетки улавливаются фибриновой сетью (желтые нити), закрывающей рану до окончательной закупорки



Как образуются кровяные сгустки

Образование кровяного сгустка – это очень сложный процесс, в котором участвуют свыше 30 различных химических веществ. Некоторые из этих веществ – факторы свертывания крови – ускоряют образование сгустка, тогда как антикоагулянты замедляют образование сгустка.

Инициирует свертывание комплекс последовательных биохимических реакций, включающих 13 факторов свертывания крови. Конечным результатом является образование сложного химического вещества – фактора V. Это химическое соединение выполняет роль катализатора в процессе превращения белка плазмы, протромбина, в более простой белок – тромбин.

Тромбин, в свою очередь, ускоряет соединение молекул фибриногена, присутствующих в плазме, для образования фибриновой сети. Именно эта сеть задерживает кровяные клетки.

Большое количество химических реакций при образовании сгустка означает, что коагуляция должна жестко контролироваться. Лишний сгусток может блокировать кровеносный сосуд.

Нити фибриновой сети улавливают красные кровяные клетки в процессе образования сгустка. На микрофотографии видны лейкоцит (желтый) и тромбоциты (в кружочке)

Сжатие сгустка и заживление



Через 30–60 минут после образования сгустка тромбоциты внутри сгустка сжимаются – как и мышца, тромбоциты содержат два сократительных белка, которые называются актин и миозин. Это сжатие натягивает фибриновые нити и стягивает вместе края поврежденных тканей, закрывая тем самым рану.

Сгусток крови – это временное образование; в то же самое время, когда сгусток сжимается, окружающие ткани делятся для заживления стенки сосуда.

Здесь на коже виден укус собаки. Рубцовая ткань образуется в каждом конце рваной раны

ФИБРИНОЛИЗ

После заживления ткани (примерно через два дня) фибриновая сеть, удерживающая сгусток, растворяется. В качестве катализатора этого процесса, который называется фибринолиз, выступает фермент плазмин, вырабатываемый из белка плазмы, плазминогена.

Молекулы плазминогена внедряются в сгусток крови во время его образования, там они находятся в состоянии покоя, пока их не активирует процесс заживления. В результате основное количество плазмина оказывается в сгустке.

Обычно баланс между коагуляцией и фибринолизом поддерживается в теле.

Тромбоциты

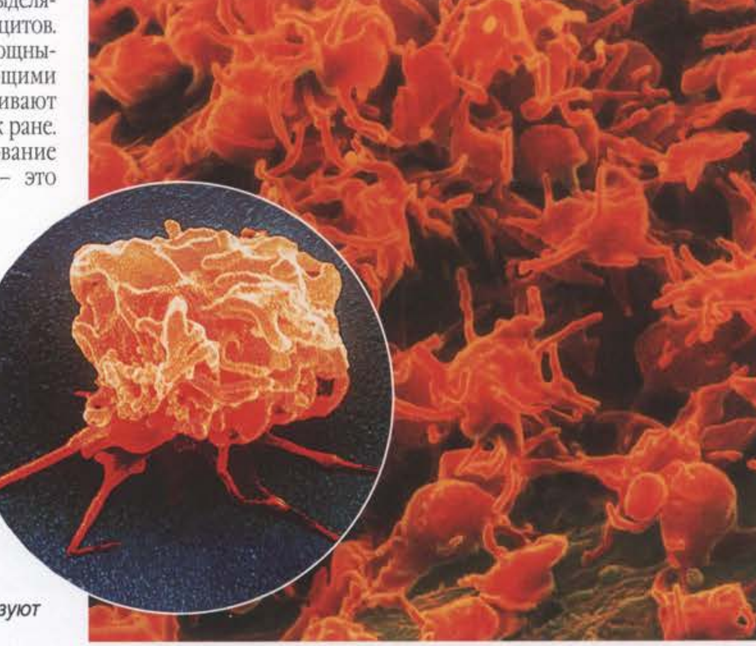
Тромбоциты – это цитоплазматические частицы, живущие в системе кровообращения до 10 дней. Они продуцируются в костном мозге чрезвычайно большими клетками – мегакариоцитами. Но это не клетки, так как не имеют ядра и не могут делиться.

В электронный микроскоп можно наблюдать три зоны тромбоцитов.

❶ Наружная мембрана состоит из гликопротеиновой поверхностной оболочки, в результате чего она прилипает только к поврежденной ткани. Мембрана также содержит большое количество фосфолипидов.

❷ Цитозоль (раствор внутри клеточной мембраны) содержит сократительные белки, микрофиламенты и микротрубочки. Они играют важную роль для образования кровяного сгустка.

❸ Гранулы тромбоцита содержат различные гемостатически активные соединения, которые выделяются при активации тромбоцитов. Эти соединения являются мощными препаратами, вызывающими агрегацию, и они притягивают большинство тромбоцитов к ране. Таким образом, формирование тромбоцитной закупорки – это процесс самосохранения.



На фотографии изображены активированные тромбоциты, группирующиеся на поверхности стенки поврежденного кровеносного сосуда

На фотографии – одиночный активированный тромбоцит. В таком активированном состоянии тромбоциты образуют продолжение стенки клетки

Антикоагулянтные препараты

Клиническое назначение антикоагулянтов – в предотвращении образования кровяных сгустков в неповрежденных кровеносных сосудах. Крупный сгусток может заблокировать кровеносный сосуд, что приводит к отмиранию ткани, снабжаемой кровью.

КЛИНИЧЕСКОЕ ПРИМЕНЕНИЕ

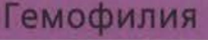
Антикоагулянты, такие как гепарин, вводятся внутривенно, тогда как другие препараты, например варфарин, принимаются внутрь. Эти два типа препаратов действуют по-разному; если эффект от приема варфарина наступает через 48–72 часа, то гепарин действует моментально.

Гепарин – это антикоагулянт, наиболее часто применяемый клинически, особенно при операциях на сердце и при переливании крови. Варфарин главным образом прописывают пациентам, страдающим аритмией.

Аспирин блокирует скопление тромбоцитов и образование тромбоцитной закупорки. Ежедневный прием 75–150 мг аспирина предотвращает тромботический инсульт и сердечно-сосудистые заболевания.



Варфарин широко применяется как крысиный яд. Крысы, съедающие пищу с добавками варфина, умирают от потери крови, поскольку их кровь не может свертываться



Гемофилия

Гемофилия – наследственное заболевание, связанное с повышенной кровоточивостью и обусловленное недостатком одного из факторов свертываемости крови. Наиболее распространена гемофилия А, вызываемая дефицитом фактора VII. Для болезни характерны болезненные спонтанные кровотечения в суставах и мышцах. Наиболее известный случай – это заболевание гемофилией семейства королевы Виктории.

Лечение осуществляется заменой недостающего фактора другим, полученным из человеческой плазмы. Для пациентов, организм которых не может продуцировать факторы VIII или IX, возможно лечение с помощью генной инженерии.

Как кровь защищает нас от болезней

Кроме того что кровь приносит в органы тела питательные вещества и выводит из организма отходы, она еще содержит компоненты, играющие важную роль в иммунной реакции организма на инфекции.

Кровь является главной защитной жидкостью наших тел. Она постоянно присутствует в системе кровообращения, в готовности отреагировать на любую микробную угрозу.

КОСТНЫЙ МОЗГ

Все кровяные клетки зарождаются в костном мозге – желеобразном веществе, содержащемся в полостях костей. Все типы кровяных клеток образуются из одного типа клетки, которая называется стволовой клеткой и может образовывать красные кровяные клетки, тромбоциты или белые кровяные клетки иммунной системы.

Клетки могут перемещаться в селезенку или зобную железу, где они превращаются в клетки других типов.

ЛИМФАТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА

Функционированию иммунной системы способствует лимфатическая система. В лимфатической системе по всему телу циркулирует лимфа, однако эта система отличается от системы кровообращения. Важным является тот фактор, что лимфатическая система переносит по телу белые кровяные клетки.

Давление в капиллярах – мельчайших кровеносных сосудах – выталкивает жидкость и небольшие молекулы в межклеточное пространство. Эта жидкость называется тканевой, поскольку омывает и питает окружающие ткани. Затем она поступает в лимфатическую систему, где циркулирует и в конечном итоге возвращается назад в кровоток. Она не перекачивается активно, а продвигается за счет того, что окружающие мышцы сжимают сосуды.

Защита от инфекции

Капилляр

Красная кровяная клетка

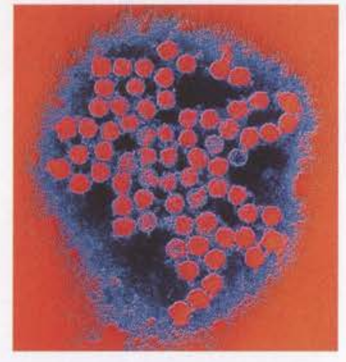
Лейкоцит

Поражающие бактерии

Когда тело инфицировано бактериями, возникают химические сигналы. В результате этих сигналов лейкоциты выходят из капилляров и атакуют вторгшиеся бактерии

Вирусы

Поскольку вирусы очень малы (всего 0,00001 мм в диаметре), они беспрепятственно проникают как в дыхательные пути, так и в желудочно-кишечный тракт. Кровь способна вести борьбу с вирусами, доставляя антитела в пораженные участки.

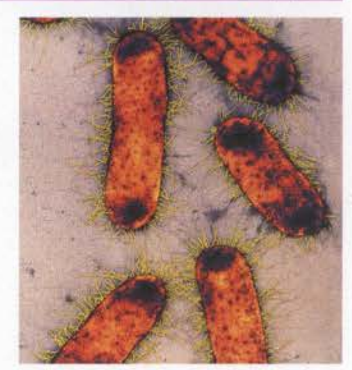


Риновирус, показанный здесь, является одной из причин насморка. Кровь борется с такими вирусами, доставляя антитела

Одноклеточные проникающие виды

Бактерии и простейшие отыскиваются, поглощаются и убиваются фагоцитами белых кровяных клеток.

Проникающие микробы вызывают выработку факторов, привлекающих фагоциты к пораженному участку; затем они покрываются антителами и поглощаются.



Кишечные палочки связаны с пищевым отравлением. Фагоциты в крови способны поглощать их

Многоклеточные проникающие виды

Гельминты – это паразитические черви, более распространенные в теплых странах. Кровь атакует их особыми белыми клетками эозинофилами. Они окрашиваются в красный цвет под воздействием лабораторного красителя эозина.



Паразиты, такие как анкилостомы, часто обнаруживаются в кишках. Эозинофилы, содержащиеся в крови, способны бороться с некоторыми из этих паразитов

Грибок

Грибковые организмы наиболее легко проникают во влажные, теплые участки человеческого тела, например между пальцами ног. Организм старается бороться с ними с помощью антител, доставляемых кровью в результате иммунной реакции.



Организм отвечает на грибковые инфекции выработкой антител. Кровь переносит их к пораженным участкам

Защитные компоненты крови

Хотя некоторые инфекции могут преодолевать защиту организма, различные компоненты крови успешно борются с большинством инфекций.

Защитные компоненты крови, борющиеся с инфекциями, следующие.

■ Фагоциты. Если микроб проникает в тело, он почти наверняка встретится с особыми белыми кровяными клетками: нейтрофилами, полиморфами и моноцитами. Их функцией является поглощение (фагоцитоз) вторгшихся частиц и уничтожение их в ходе внутриклеточного пищеварения.

Фагоциты присутствуют не только в крови. Они распространяются из кровеносных сосудов в ткани, где им удобнее всего атаковать вторгающиеся микробы.



Нейтрофилы – самый распространенный тип лейкоцитов – атакуют вторгшийся организм фагоцитами

Один из двух видов фагоцита – полиморфы, имеют относительно короткий срок жизни, тогда как моноциты существуют долго и превращаются в другую группу клеток, которые называются макрофаги. Макрофаги создают зону воспаления вокруг микробов, ограничивая их распространение. Когда возможно, они поглощают микробы.

■ Лимфоидные клетки – эти белые клетки бывают трех видов.

Т-лимфоциты. Очень эффективны при борьбе с вирусами. Вирусологи подразделяют их на различные группы (Т-хелперы – помощники; Т-супрессоры – подавители; цитотоксические Т-клетки и сенсибилизированные Т-клетки), которые все объединяются в попытке уничтожить вирусы.

В-лимфоциты. Участвуют в продуцировании антител, борющихся с микробами.

Т-киллеры и естественные киллеры (NK) часто способны распознавать человеческие клетки, пораженные вирусами, и уничтожать вирусы.

■ Интерфероны – это химические вещества, выработанные клетками, пораженными вирусами и атакованными Т-лимфоцитами. Интерфероны, проходя через кровь, активируют естественные киллеры (NK) и обеспечивают защиту от вирусов.

■ Комплемент – этот компонент крови состоит примерно из 20 белков. Когда в организм проникает инфекция, они, действуя вместе, атакуют бактерии и образуют зону воспаления вокруг пораженного участка.

■ Острофазные белки – это кровяные белки, способные прикреплятъся к определенным бактериям и обезвреживать их на ранних стадиях инфекции.

■ Эозинофилы – особые белые кровяные клетки, играющие важную роль в борьбе с инфекцией, вызываемой паразитическими червями. Они способны обезвреживать некоторые разновидности этих паразитов, связывая их и выделяя смертельный для них токсический белок.



Лимфоцит (синий) поглощает грибковую спору (желтая) в результате фагоцитоза. Лимфоциты обычно атакуют микробы ферментами, а не фагоцитами

Кровяные антитела

Антитела являются важными компонентами крови. Это сложные молекулы, которые называются иммуноглобулины и образуются в ответ на инфекцию. Существуют различные типы иммуноглобулинов.

■ **Иммуноглобулин G (IgG)** составляет около трех четвертей иммуноглобулинов в нормальной крови. Очень эффективен при нейтрализации токсинов (ядов), выделяемых определенными микробами.

■ **Иммуноглобулин M (IgM)** составляет около одной четырнадцатой сывороточных иммуноглобулинов. Активирует компоненты таким образом, что они атакуют чужеродные клетки.

■ **Иммуноглобулин A (IgA)** составляет около одной пятой от общего содержания иммуноглобулинов в крови, поступает в основном в рот, дыхательные пути и кишки, где нужно атаковать возбудителей инфекции. Действует как антисептическое средство, не пропуская микробы сквозь слизистые оболочки.

■ **Иммуноглобулин E (IgE)** участвует в защите тела от паразитических червей, создавая защитное воспаление. Излишек IgE присутствует у страдающих аллергией, вызывая воспаления, сопровождающиеся симптомами астмы, сенной лихорадки и кожными аллергическими реакциями.



На этом компьютерном изображении показана структура антитела. Антитела способны связывать чужеродные клетки или токсины и нейтрализовывать их



В некоторых случаях вырабатывается излишек антител иммуноглобулина E. В результате возникают симптомы аллергической реакции

Кровяное давление

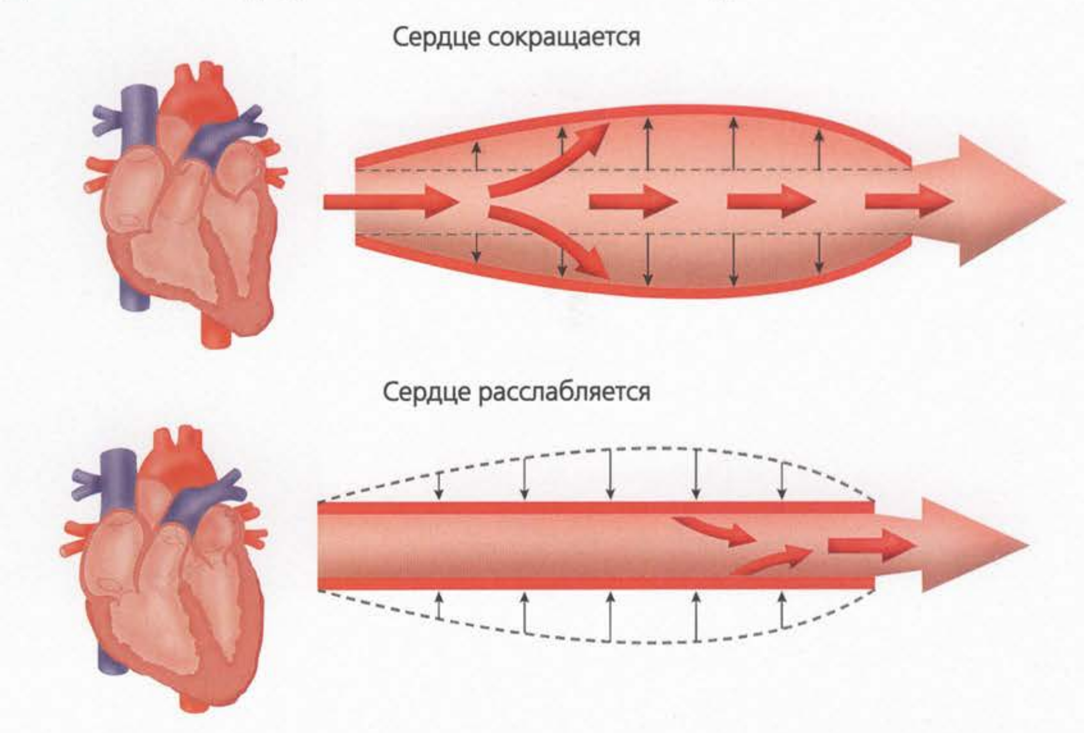
Сердце должно перекачивать кровь под определенным давлением, чтобы снабжать ткани тела кислородом и питательными веществами. Организм внимательно следит за кровяным давлением и поддерживает его оптимальный уровень.

Кровь выходит из сердца пульсирующими толчками: каждый раз, когда сердце сокращается, из него выбрасывается около 70 мл крови. Несмотря на такой прерывистый и толчкообразный ток крови в основании аорты, кровоток в капиллярах ровный и непрерывный.

ЭЛАСТИЧЕСКИЕ АРТЕРИИ

Непрерывный кровоток обусловливается тем, что артерии не являются жесткими цилиндрами. Наоборот, у них эластичные стенки, которые могут растягиваться или изгибаться, как резиновая лента. Таким образом, во время систолы (когда сердце сокращается) кровь входит в артерии быстрее, чем покидает ложа капилляров; увеличенный объем крови в артериях заставляет стенки растягиваться.

А во время диастолы (когда сердце расслаблено и кровь из него не выбрасывается) кровь, присутствующая в артериях, продвигается к капиллярам за счет возвращения артериальных стенок в обычное состояние.





Артериальное давление изменяется во время каждого сердцебиения, примерно от 80 (диастолическое) до 120 (систолическое) мм рт. ст. Разница (40 мм рт. ст.) называется пульсовым давлением

ПЛАВНЫЙ КРОВОТОК

Подобная эластичность способствует более плавному кровотоку по системе кровообращения; поскольку артериальное давление колеблется с каждым сердцебиением, то кровоток был бы более пульсирующим, если бы артерии представляли собой жесткие, негнущиеся трубы (аналогично потоку воды в садовом шланге, если кран постоянно то открывать, то закрывать). Плавный кровоток через капилляры очень благоприятен, поскольку резкие изменения давления могли бы повредить капилляры, толщина стенок которых равна толщине клетки.

Во время систолы (вверху) кровь выталкивается в эластические артерии, которые расширяются. Во время диастолы (внизу) они плавно проталкивают кровь

Как измеряется артериальное давление

Врачи измеряют артериальное давление сфигмоманометром.

1. Манжета оборачивается вокруг верхней части руки пациента и накачивается для блокирования тока крови через плечевую артерию.

2. Воздух постепенно выпускается из манжеты, а врач в это время слушает через стетоскоп, помещенный ниже манжеты, отмечая давление, при котором можно расслышать ток крови через артерию (систолическое давление).

3. Когда еще больше воздуха выходит из манжеты, кровь снова плавно протекает по артерии, и звук прохождения крови по артерии исчезает. Это давление называется диастолическим.



Плечевая артерия блокирована с помощью надутой манжеты. Когда воздух выходит из манжеты, можно слышать звук возобновления тока крови по артерии

Что определяет кровяное давление?

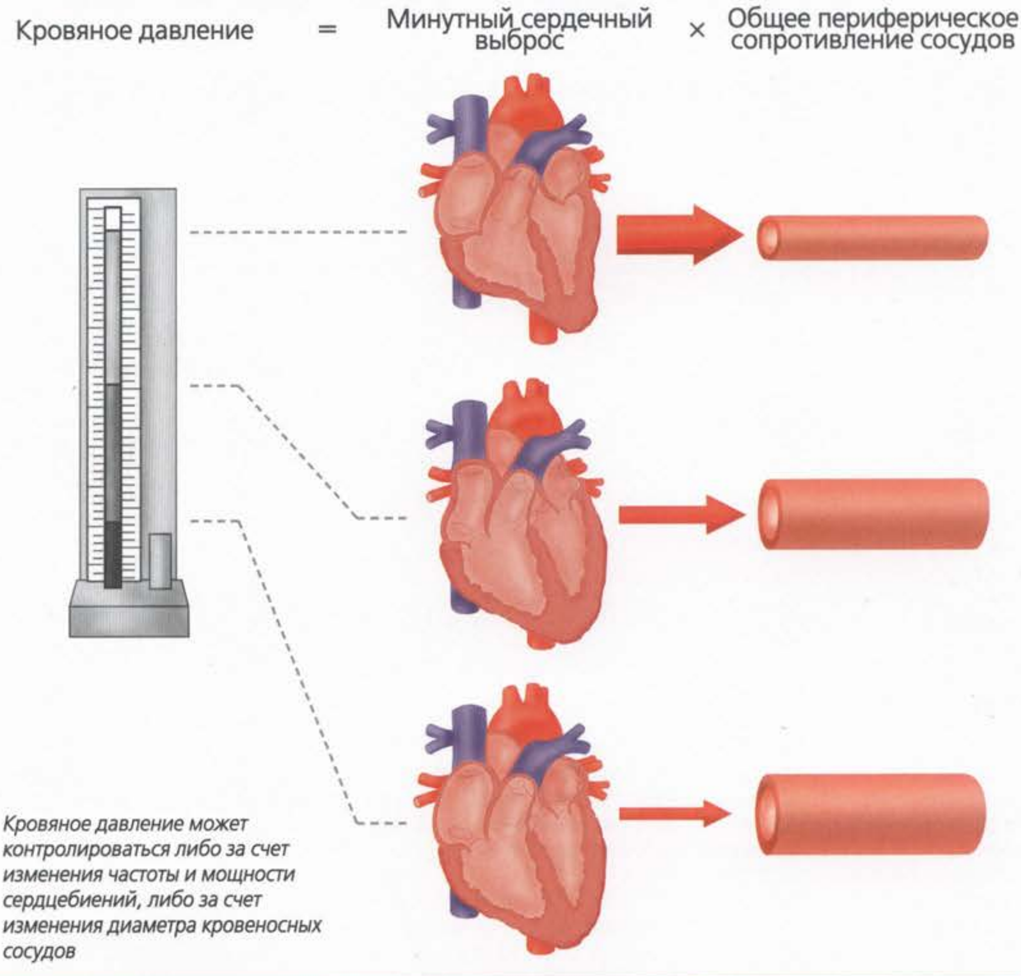
На простейшем уровне кровяное давление – продукт двух факторов: минутного выброса сердца и общего периферического сопротивления сосудов.

■ Минутный сердечный выброс – количество крови, которое сердце выбрасывает в тело каждую минуту. Например, у здорового взрослого мужчины сердце бьется с частотой примерно 70 ударов в минуту, при этом каждое желудочковое сокращение выбрасывает около 70 мл крови (это называется ударный объем сердца). Таким образом, минутный выброс сердца будет составлять 4900 мл (70 мл × 70 = 4900) в минуту.

■ Общее периферическое сопротивление сосудов – сопротивление циркуляции крови в теле. Сопротивление в значительной степени зависит от диаметра сосуда, через который проходит кровь; уменьшение в два раза диаметра сосуда повышает его сопротивление в 16 раз.

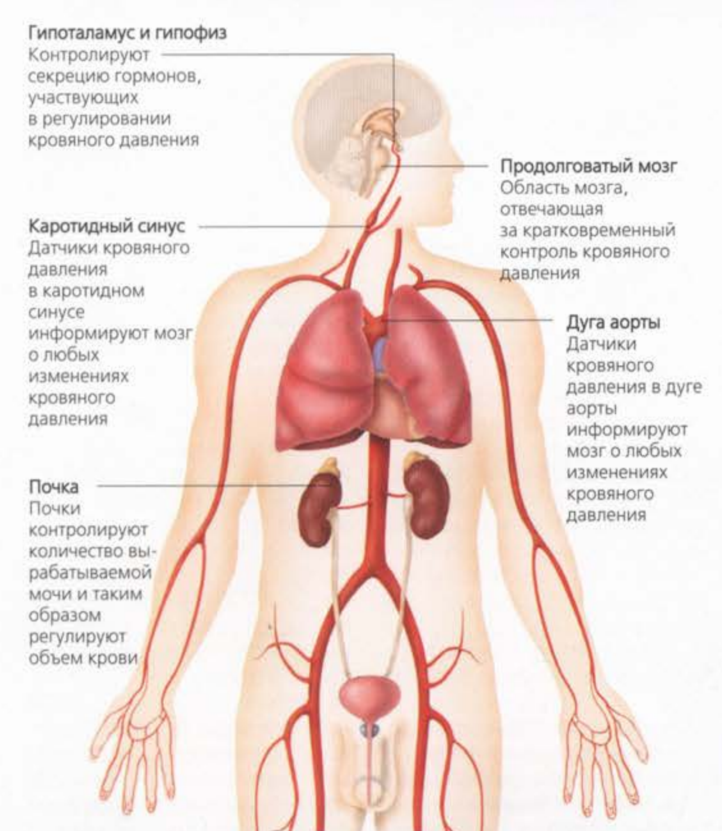
ВАЖНОСТЬ ОБЪЕМА ЦИРКУЛИРУЮЩЕЙ КРОВИ

Циркуляция крови – это замкнутая система, кровь возвращается в сердце по венам и не выходит из тела после каждого сокращения. Таким образом, объем циркулирующей крови тоже определяет кровяное давление. Это имеет важное значение, например, при сильном кровоизлиянии (потере крови).



Кровяное давление может контролироваться либо за счет изменения частоты и мощности сердцебиений, либо за счет изменения диаметра кровеносных сосудов

Как контролируется кровяное давление?



Имеется три способа регулирования кровяного давления: можно менять минутный сердечный выброс за счет изменения частоты или мощности сердечных сокращений; можно изменять диаметр и эластичность кровеносных сосудов, регулируя при этом их периферическое сопротивление; или можно изменять объем циркулирующей крови.

КРАТКОВРЕМЕННЫЙ КОНТРОЛЬ

Существуют два механизма кратковременного контроля давления.

■ Нервный контроль. Датчики кровяного давления в артериях отправляют через нервы информацию в продолговатый мозг. Он, в свою очередь, посылает нервные сигналы сердцу, изменяя частоту и силу сердцебиений, и кровеносным сосудам, изменяя их диаметр.

■ Гуморальный контроль. Многие химические вещества, содержащиеся в крови, могут сжимать либо расширять кровеносные сосуды.

Большое количество структур участвуют как в краткосрочном регулировании давления, так и в долгосрочном

ДОЛГОВРЕМЕННЫЙ КОНТРОЛЬ

В долговременном плане объем крови контролируется химическими веществами, воздействующими на почки. Если кровяное давление снижается, почки удерживают воду, вырабатывая более концентрированную мочу.

Сильные стрессы могут способствовать повышению давления, вызывая дисфункцию области мозга, которая называется медулла



Как мозг контролирует кровяное давление

Продолговатый мозг, расположенный сразу над спинным мозгом, постоянно следит за артериальным давлением. Он корректирует изменения давления, посылая нервные сигналы сердцу и кровеносным сосудам.

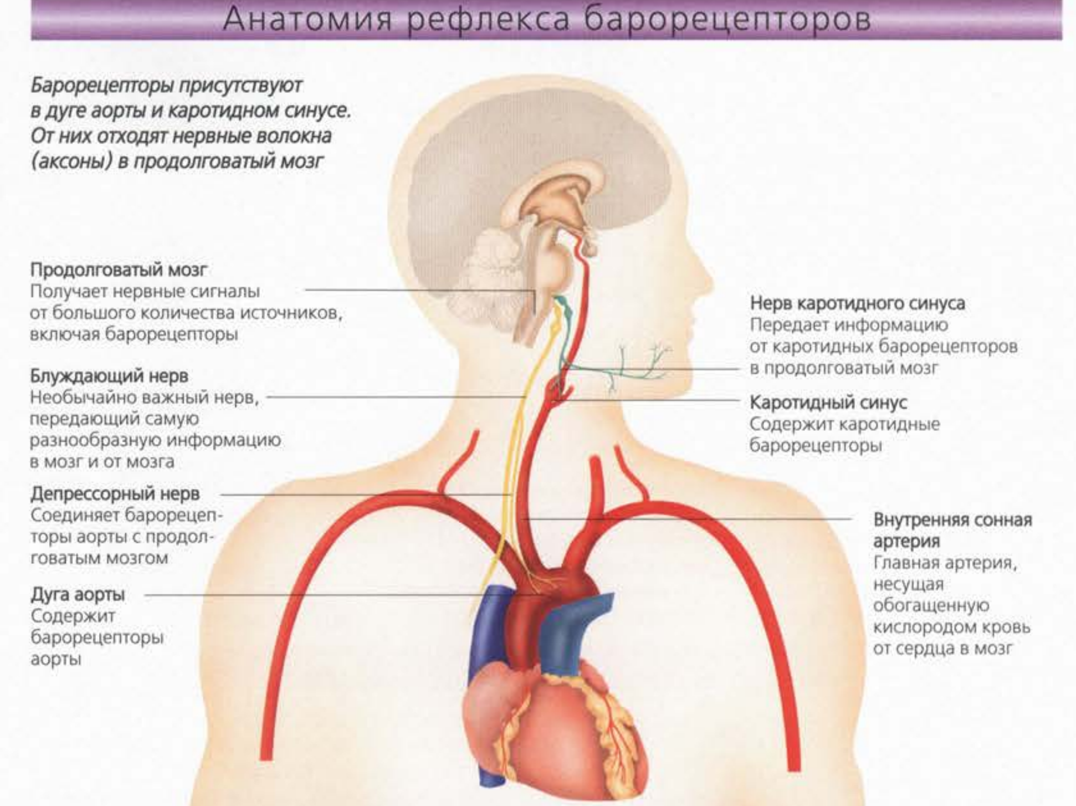
Давление крови в артериях постоянно измеряется специальными датчиками давления, которые называются барорецепторами. Барорецепторы представляют собой нервные окончания, которые присутствуют в стенках артерии и способны улавливать даже малейшее растяжение стенки артерии. Эти датчики давления находятся главным образом в дуге аорты и каротидных синусах.

НЕРВЫ БАРОРЕЦЕПТОРА

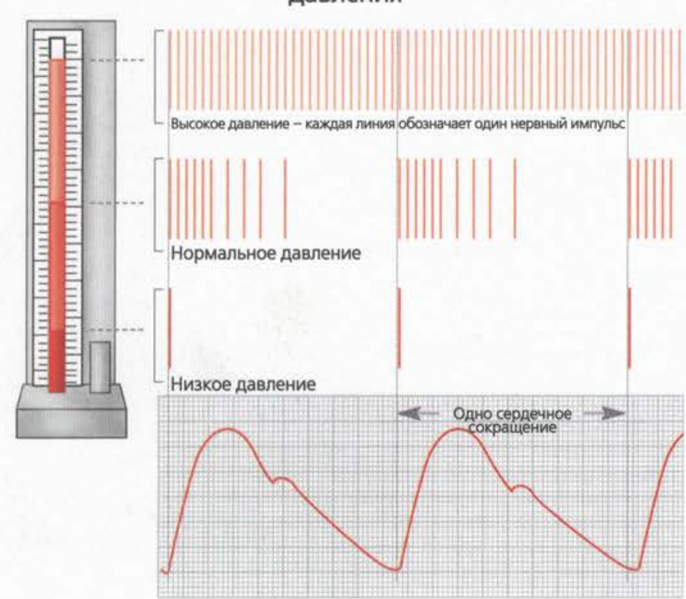
Окончания барорецептора являются частью нервных волокон, поднимающихся к дорсальной части продолговатого мозга. Афферентные (от лат. *afferere* – нести вперед) волокна барорецепторов аорты образуют депрессорный нерв, который соединяется с блуждающим (X черепным) нервом, перед тем как войти в продолговатый мозг, где они заканчиваются в области, которая называется одиночный путь (ОП).

Афферентные волокна каротидных барорецепторов образуют нерв каротидного синуса, который соединяется с языкоглоточным нервом (IX черепной нерв).

Анатомия рефлекса барорецепторов



Реакция барорецепторов



Растяжение стенки артерии преобразуется в электрическую активность нервных волокон барорецептора. Повышение давления усиливает ее

Поскольку кровь движется по артериям пульсирующим, а не плавным потоком, нервы барорецепторов реагируют не постоянно.

Это происходит потому, что во время систолы (когда сердце сокращается и давление максимальное) артериальные стенки растягиваются, в результате чего нервы барорецепторов посылают серию нервных импульсов, которые следуют в продолговатый мозг. Но во время диастолы (когда сердце расслаблено и давление минимальное) артериальные стенки не растянуты, и барорецепторы не посылают никаких сигналов.

Важно отметить, что многие барорецепторы активны при нормальном давлении; это позволяет им информировать продолговатый мозг о снижении давления (путем замедления частоты нервных импульсов), что было бы невозможно, если бы нервы «молчали» в спокойном состоянии.

СВОЙСТВА БАРОРЕЦЕПТОРОВ

Не все барорецепторы обладают одинаковыми свойствами.

- Некоторые реагируют на низкое давление, тогда как другие реагируют только тогда, когда давление достигает очень высокого уровня.
- Диапазон давления, к которому они чувствительны, также значительно меняется.
- Барорецепторы по-разному чувствительны к скорости изменения артериального давления – этот параметр очень важен, так как позволяет мозгу предупреждать изменения давления.

Роль продолговатого мозга

Нервы барорецепторов простираются и заканчиваются в дорсальной части продолговатого мозга, известной как одиночный путь (ОП). ОП играет важную роль в контроле подсознательных функций, включая, но не ограничиваясь контролем артериального давления. Если ОП поврежден, например в результате апоплексического удара, последствием может стать смерть.

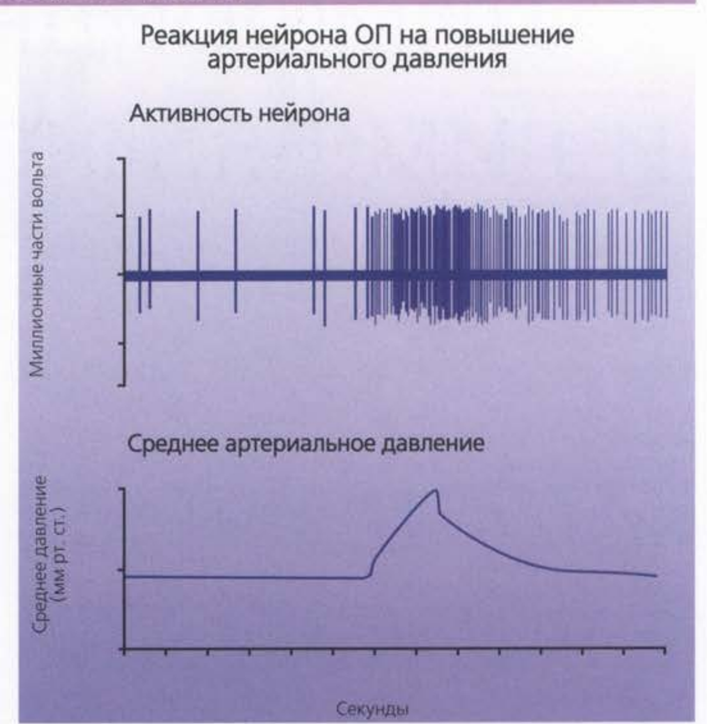
РОЛЬ ОП

ОП получает информацию не только от барорецепторов, но также и от большого числа других источников, включая рецепторы, присутствующие в сердце, желудочно-кишечном тракте, в легких, пищеводе и языке. Но нейроны ОП не просто выполняют роль ретранслятора для этих входных данных. Они также подсчитывают, каким должно быть надлежащее артериальное давление после учета информации, полученной из всех других источников.



Микрофотография нейрона, расположенного в ОП и получающего информацию от барорецепторов. Клеточное тело с ядром темного цвета и овальной формы (обведено кружком)

Верхняя запись прибора показывает электрическую активность нейрона, расположенного в ОП. Активность растет при повышении артериального давления (внизу)



Рефлекторный путь барорецептора

Рефлекторный путь барорецептора

Продолговатый мозг
ОП
Барорецепторы
Повышенное артериальное давление
Спинной мозг
Артерии растягиваются
Сердце
Уменьшаются частота сердцебиений и сила сокращений

Прессорный рефлекс корректирует повышение артериального давления, уменьшая частоту сердцебиений и силу сердечных сокращений

В периоды сильных стрессов прессорный рефлекс сильно подавлен нервами, берущими начало в гипоталамусе. Это может стать одной из причин гипертензии

Если артериальное давление поднимается, барорецепторы реагируют на растяжение стенки артерии, посылая нервные импульсы в ОП.

В нормальных условиях ОП скорректирует повышение давления, послав нервные импульсы в сердце для снижения частоты сердцебиения и силы сокращений; а также в артерии, чтобы они стали более эластичными. В результате уменьшится и сердечный выброс, и сопротивление в артериях. Подобный комбинированный эффект снизит артериальное давление.

ТОРМОЖЕНИЕ ПРЕССОРНОГО РЕФЛЕКСА

Прессорный рефлекс способствует поддержанию артериального давления на установленном номинальном значении. Аналогом является значение температуры, установленной на термостате центральной системы отопления; номинальная величина для прессорного рефлекса может изменяться таким же образом, как и значение температуры на термостате. Тело делает это, воздействуя на пороговое давление, при котором активизируется барорецептор (периферийное торможение), либо изменяя чувствительность нейронов (центральное торможение).

ПЕРИФЕРИЙНОЕ ТОРМОЖЕНИЕ

Если давление держится на высоком уровне в течение многих минут, барорецепторы привыкают к новому давлению, принимая его за нужный уровень. Таким образом, они не могут точно информировать мозг.

ЦЕНТРАЛЬНОЕ ТОРМОЖЕНИЕ

Когда мы оказываемся в стрессовой ситуации, нейроны в одиночном пути, проводящие прессорный рефлекс, оказываются сильно подавленными, что позволяет давлению беспрепятственно подниматься. Такое повышение давления когда-то было очень полезным, оно придавало нашим далеким предкам силы для битвы с врагами либо для бегства от них. Ныне подобный нервный механизм способен стать причиной наиболее опасного заболевания в развитых странах, – повышая значение торможения, что ведет к гипертонии. Стрессы, которые мы испытываем в повседневной жизни, у многих людей вызывают повышение значения торможения.

Лимфоидные клетки и лимфатические сосуды

Лимфоидные клетки подразделяются на В-лимфоциты, продуцирующие антитела, и Т-лимфоциты, уничтожающие инфицированные клетки. Вся лимфатическая сеть вливается в венозную систему.

По всему телу располагаются отдельные группы лимфоидных тканей, играющих важную роль в иммунной системе.

■ Селезенка – предоставляет место для клеток иммунной системы, которые разрастаются и отслеживают наличие в крови инородных или поврежденных клеток.

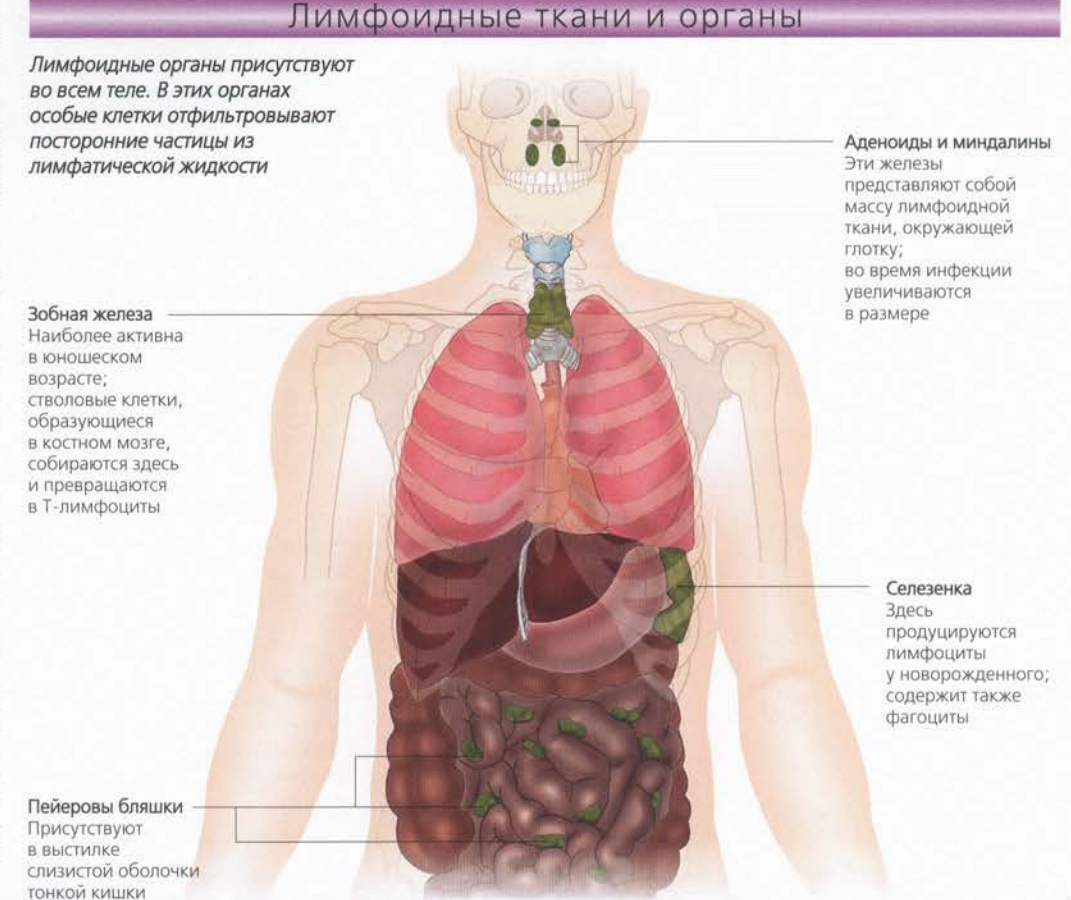
■ Зобная железа – небольшая железа, которая находится в грудной клетке, сразу позади верхней части грудины. Получает вновь образовавшиеся лимфоциты из костного мозга, которые созревают и превращаются в Т-лимфоциты, важную группу лимфоидных клеток.

■ Лимфоидная ткань желудочно-кишечного тракта – ткань, лежащая под выстилкой кишок, кольцо лимфоидной ткани в задней части полости рта и некоторые отдельные пучки лимфатических узелков, известные как пейеровы бляшки, находящиеся в стенках последней части тонкой кишки. Считается, что здесь созревают В-лимфоциты – другой важный набор лимфоидных клеток.

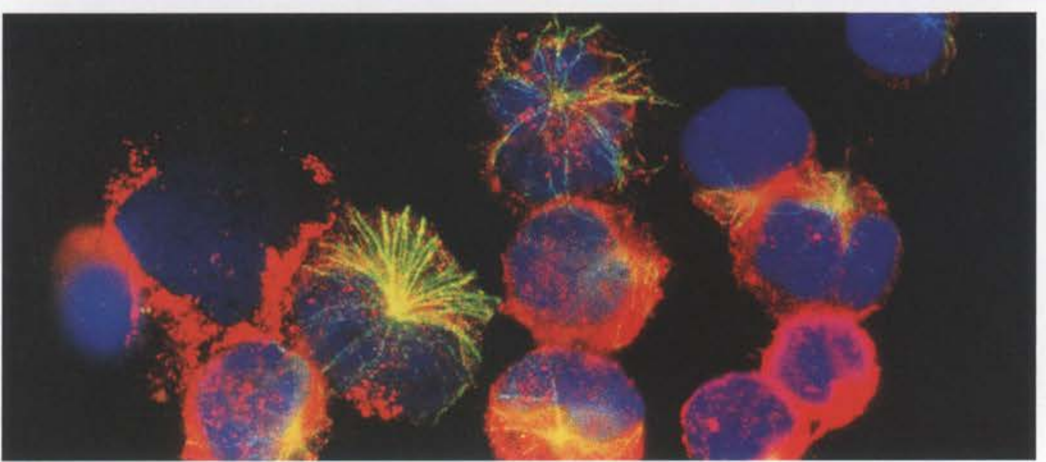
Большое количество лимфоидной ткани в стенках кишок помогает защищать организм от инфекций, проникающих через полость рта.

Лимфоидные ткани и органы

Лимфоидные органы присутствуют во всем теле. В этих органах особые клетки отфильтровывают посторонние частицы из лимфатической жидкости



Роль лимфоцитов



Естественные киллеры – один из видов лимфоцитов. Способны уничтожать раковые клетки и клетки, зараженные вирусами

Клетки иммунной системы – лимфоциты могут распознавать чужеродные белки, например на поверхности вторгающихся микроорганизмов или на клетках трансплантированных органов.

В ответ лимфоциты размножаются и наносят иммунный ответ; некоторые (Т-клетки) непосредственно атакуют чужеродные клетки, а другие (В-клетки) вырабатывают антитела, прикрепляющиеся к чужеродным белкам, чтобы их можно было уничтожить.

Лимфоциты вырабатываются в костном мозге и свободно циркулируют в кровеносной системе. В ходе этой циркуляции они могут быстро отреагировать на инфекцию.

Лимфатические сосуды

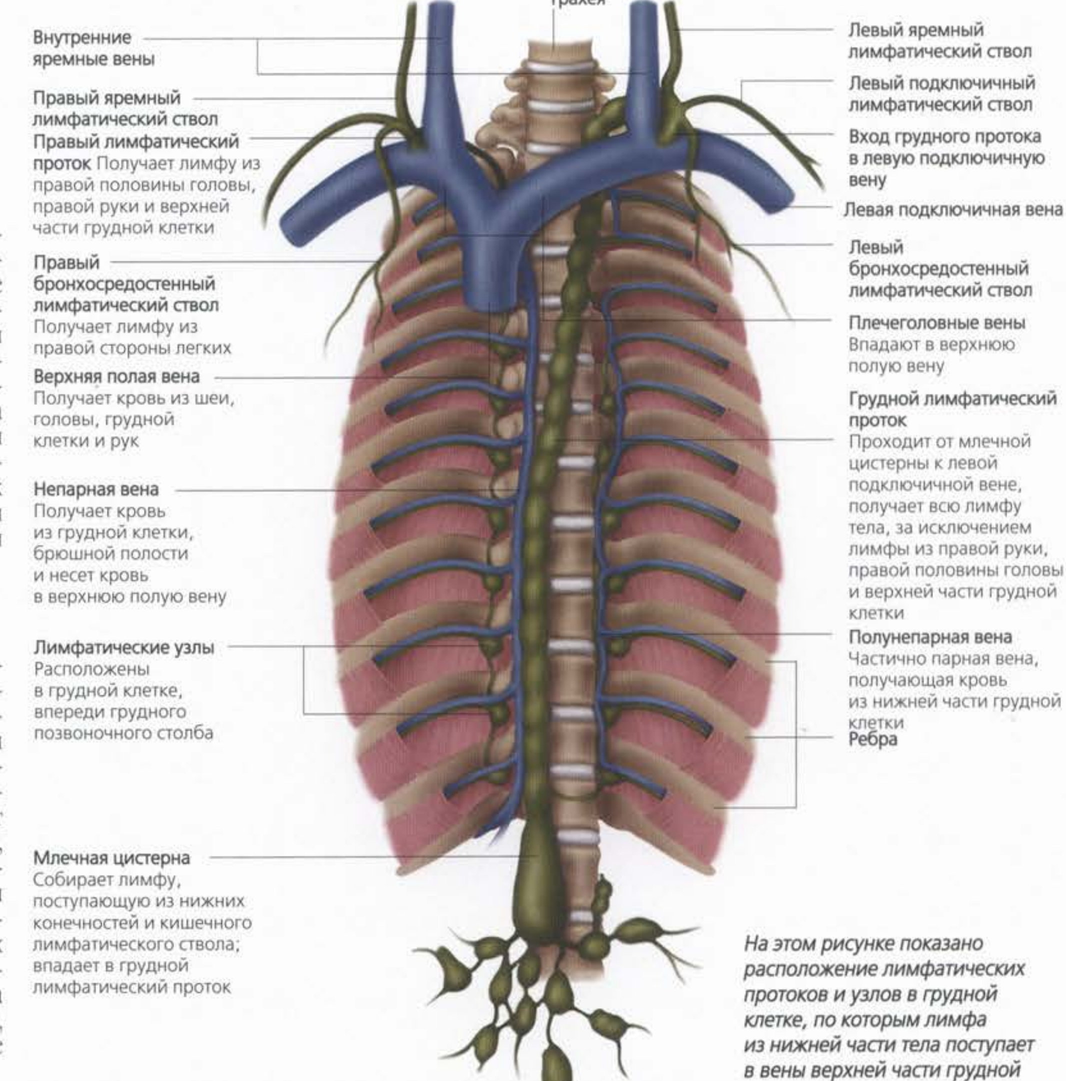
Лимфатические сосуды образуют сеть, проходящую через ткани. Эти сосуды соединяются с венами и впадают в них.

ГРУДНАЯ КЛЕТКА

Из лимфатических узлов, находящихся в грудной клетке, в клиническом отношении наиболее важны узлы с каждой стороны грудины. Они получают 25% лимфы из груди и могут быть местом распространения рака груди. В грудной клетке самая большая группа лимфатических узлов находится вокруг основания трахеи и бронхов. Другая группа лимфатических узлов грудной клетки находится рядом с главными кровеносными сосудами.

ВЕРХНИЕ И НИЖНИЕ КОНЕЧНОСТИ

В конечностях присутствуют поверхностные и глубокие лимфатические сосуды; поверхностные сосуды обычно находятся рядом с венами, тогда как глубокие сосуды сопровождают артерии. Подмышечная группа узлов получает лимфу из верхних конечностей, отдела торса выше пупка и из груди. Паховые лимфатические узлы получают лимфу из поверхностных и глубоких лимфатических сосудов, пролегающих рядом с артериями. Из паховых узлов лимфа поднимается к узлам вдоль аорты, а оттуда попадает в поясничные лимфатические стволы.



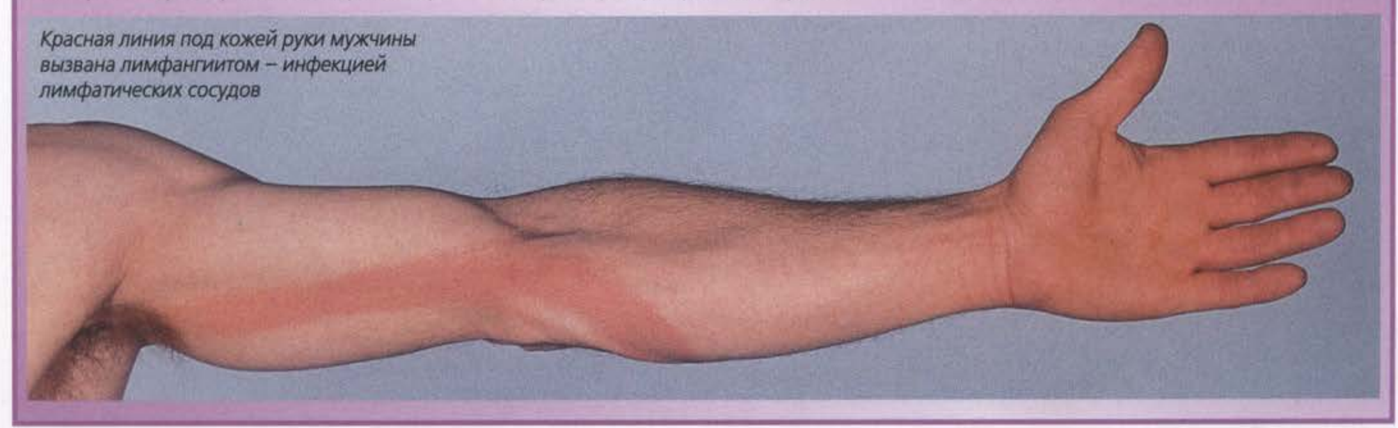
На этом рисунке показано расположение лимфатических протоков и узлов в грудной клетке, по которым лимфа из нижней части тела поступает в вены верхней части грудной клетки

Заболевания лимфатической системы

Когда лимфа выносится в кровоток, она проходит через ряд лимфатических узлов. Они действуют как фильтры, удаляя клетки и микроорганизмы. Лимфа из каждого участка тела проходит через определенный набор лимфатических узлов, и этот ход лимфы имеет очень важное клиническое значение для диагностики и лечения рака и инфекций.

При заболевании раком лимфатические узлы, через которые проходит лимфа из пораженного участка, могут увеличиваться и даже становятся твердыми, что может прощупывать врач. Обнаружение увеличенных лимфатических узлов позволяет заподозрить побочную припухлость и указать на место расположения первичной опухоли. Знание функционирования лимфосистемы также помогает хирургу при удалении опухоли удалять и соответствующие лимфатические узлы для предотвращения повторного распространения опухоли.

Бактериальная инфекция кожи может привести к лимфангииту, при котором инфицируются и воспаляются лимфатические сосуды. Если они проходят непосредственно под кожей, то их можно наблюдать в виде красных линий, вызывающих боль при прикосновении. Лимфангиит, как и болезненное увеличение соответствующих лимфатических узлов, обычно характерен для инфекции, вызываемой стрептококками.



Красная линия под кожей руки мужчины вызвана лимфангиитом – инфекцией лимфатических сосудов

Региональный лимфатический дренаж

Лимфа из каждой части тела возвращается в кровоток через ряд лимфатических узлов. Понимание схемы лимфатического дренажа важно для отслеживания распространения метастаз или инфекции.

Лимфа – это жидкость, присутствующая в сосудах лимфатической системы. Основной функцией лимфатических сосудов является сбор излишков жидкости из ткани и возвращение ее в систему кровообращения.

Лимфа из каждой части тела проходит особым путем в систему кровообращения, при этом она минует группы лимфатических узлов, выполняющих роль фильтров.

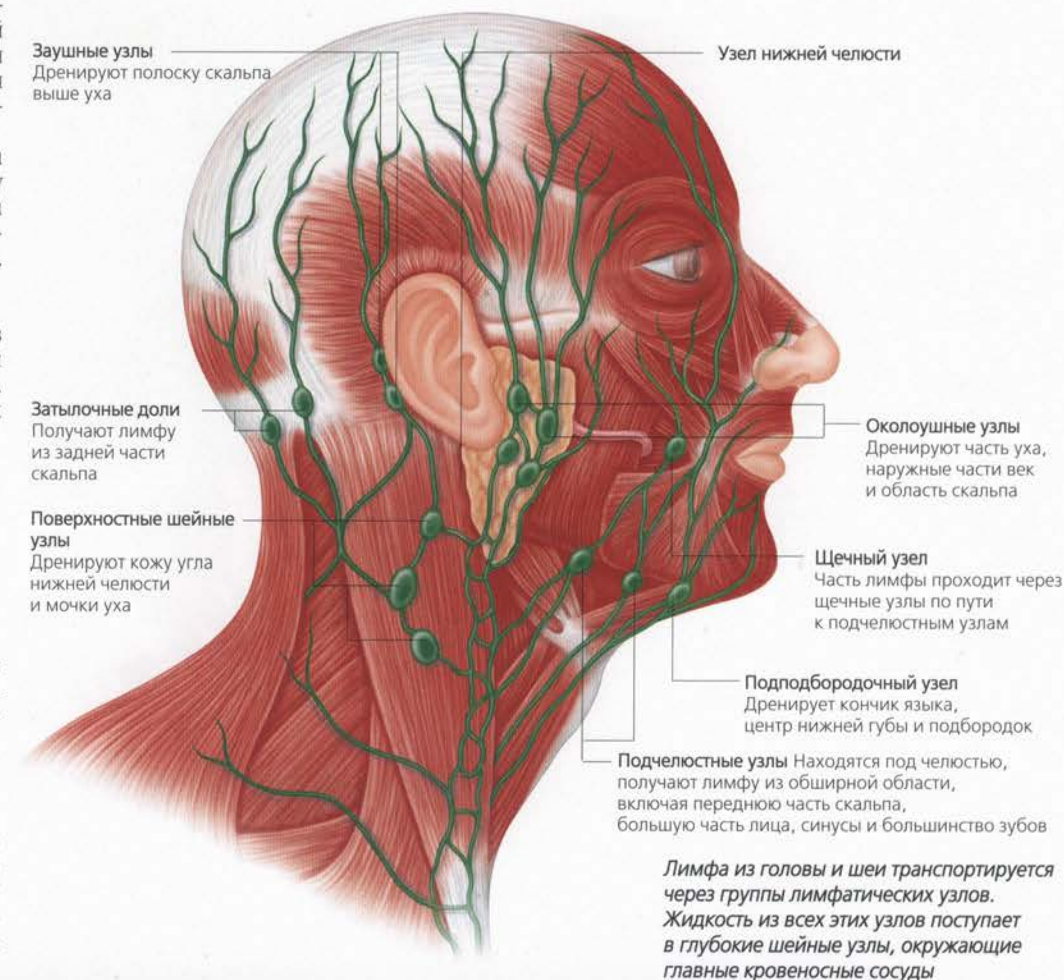
УЗЛЫ ГОЛОВЫ И ШЕИ

Группы лимфатических узлов структур головы и шеи называются в соответствии с расположением. Важные группы лимфатических узлов.

- Затылочная
- Заушная
- Околоушная
- Щечная
- Подчелюстная
- Подподбородочная
- Переднешейная
- Поверхностная шейная
- Глубоко в шее находятся другие группы узлов, окружающие и дренирующие глотку, гортань и трахею.

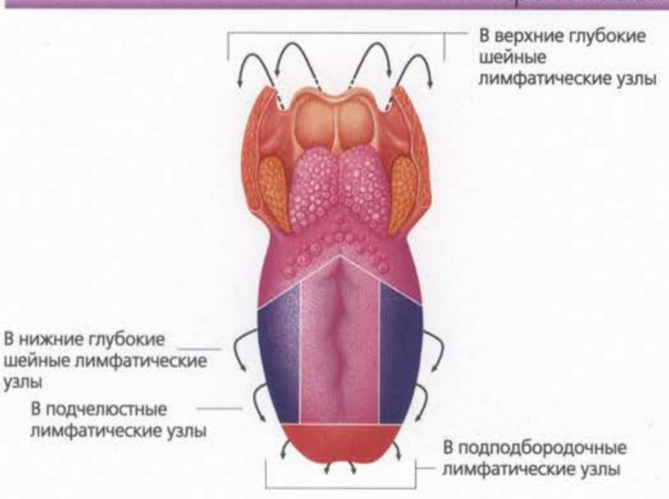
ГЛУБОКИЕ ШЕЙНЫЕ УЗЛЫ

Все эти лимфатические узлы в конечном итоге обслуживают глубокую шейную группу узлов, располагающихся в цепочке, проходящей вдоль главных кровеносных сосудов шеи.



Лимфа из головы и шеи транспортируется через группы лимфатических узлов. Жидкость из всех этих узлов поступает в глубокие шейные узлы, окружающие главные кровеносные сосуды

Лимфатический дренаж языка



Хирурги часто сталкиваются с проблемой наличия на языке злокачественных язв. Понимание схемы дренажа лимфатических сосудов языка очень полезно для получения информации о распространении болезни.

СХЕМА ДРЕНАЖА

Дренаж лимфатических сосудов языка осуществляется из следующих четырех областей, на которые он разделен.

- Кончик языка – лимфа с обеих сторон этой области поступает в подподбородочную группу узлов.
- Боковые стороны языка – лимфа с каждой стороны поступает в подчелюстную группу узлов.
- Центральная часть языка – лимфа из этой области поступает в нижние глубокие шейные узлы, которые располагаются рядом с внутренней яремной веной в глубине шеи.
- Задняя часть языка – лимфа из обеих сторон этой области поступает в верхние глубокие шейные лимфатические узлы.

Лимфатические сосуды языка имеют собственную схему дренажа. Изучение этой системы помогает лечить злокачественные заболевания, часто вызываемые курением

Лимфатический дренаж кишок

Лимфатические сосуды и узлы, осуществляющие дренаж желудочно-кишечной системы, повторяют общую схему артерий, питающих кровью кишки. Лимфа из тонкой кишки транспортирует жиры, поглощаемые из пищи, в кровоток.

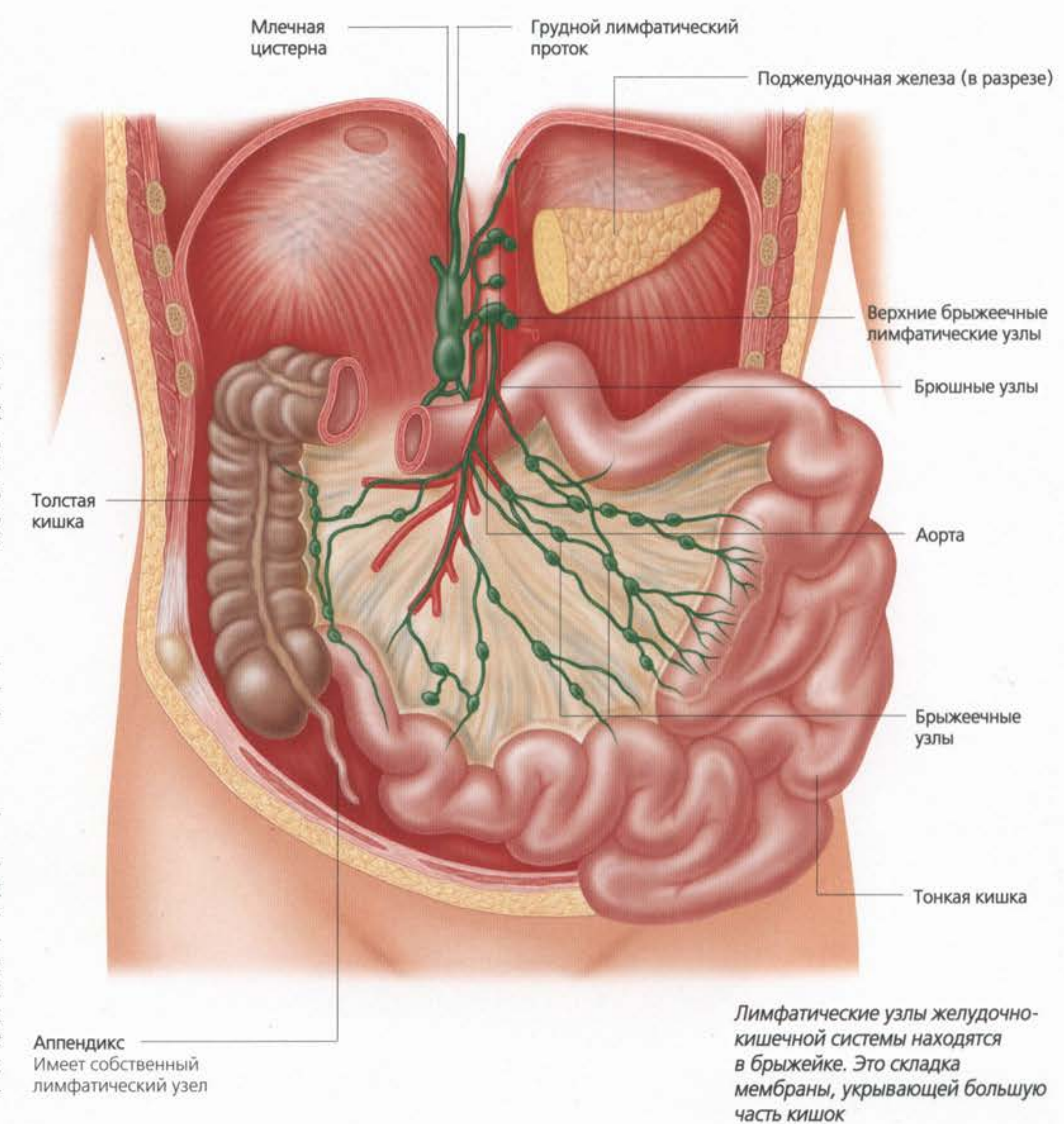
Большинство кишок замкнуты и подвешены в складке соединительной ткани, известной как брыжейка. Кровеносные сосуды, питающие кишки, находятся в брыжейке, они образуют дуги, которые связаны одна с другой, чтобы охватывать все части этой длинной структуры.

МЕСТОНАХОЖДЕНИЕ УЗЛОВ

Лимфатические узлы, которые изначально получают лимфу из кишок, находятся в брыжейке, в следующих местах.

- У стенки кишок.
- Среди артериальных дуг.
- Вдоль верхней и нижней брыжеечных артерий.

Эти брыжеечные группы лимфатических узлов в некоторых случаях называются в соответствии с их местоположением относительно соседней кишки или артерии. Из кишечной стенки лимфа через эти узлы в конечном итоге поступает в преаортальные узлы, которые находятся рядом с большой центральной артерией – аортой.



Лимфатические узлы желудочно-кишечной системы находятся в брыжейке. Это складка мембраны, укрывающей большую часть кишок

ПОГЛОЩЕНИЕ ЖИРА

В дополнение к своей обычной функции лимфа, выходящая из тонкой кишки, играет еще одну роль – транспортирует поглощенные из пищи жиры.

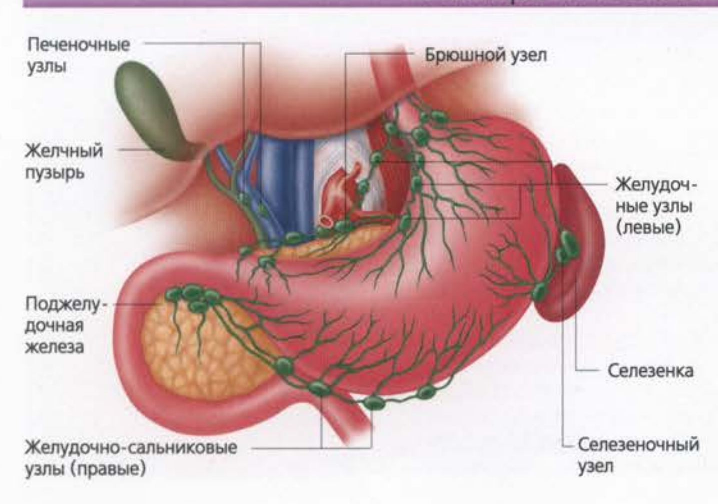
В выстилке тонкой кишки множество микроворсин. Эти крохотные отростки слизистой мембраны значительно увеличивают поверхностную площадь кишки, способствуя абсорбции.

ЦЕНТРАЛЬНЫЕ СОСУДЫ

В каждой микроворсине имеется центральный лимфатический сосуд, который называется млечным сосудом. Функция млечных сосудов заключается в транспортировке жировых частиц, поглощенных из пищи, которые слишком велики, чтобы поступать в капилляры.

Эти жиры проходят через лимфатическую систему и доставляются в кровоток вместе с лимфой.

Лимфатический дренаж желудка



Как и дренаж кишок, лимфатический дренаж желудка осуществляется по схеме артериального кровоснабжения.

ЧЕТЫРЕ ГРУППЫ

Лимфатические узлы, получающие лимфу из желудка, составляют четыре основные группы.

- Левые и правые желудочные узлы получают лимфу из области, которую снабжают кровью, соответственно, левая и правая желудочные артерии. Узлы находятся рядом с малой кривизной желудка.
- Селезеночные узлы находятся в воротах селезенки, в левой стороне желудка. Эти узлы получают лимфу из области желудка, которую снабжают кровью короткие желудочные артерии.
- Левые и правые желудочно-сальниковые узлы находятся у большой кривизны желудка и получают лимфу из областей, снабжаемых кровью левой и правой желудочно-сальниковых артерий.

Вся лимфа, получаемая из желудка, поступает в брюшные узлы.

В желудке четыре основные группы лимфатических узлов. Это желудочные, селезеночные, желудочно-сальниковые и брюшные узлы

Как работают клетки

Все живые ткани тела состоят из клеток – микроскопических, окруженных оболочкой полостей, заполненных концентрированным раствором химических веществ. Клетки являются мельчайшими живыми структурными единицами тела.

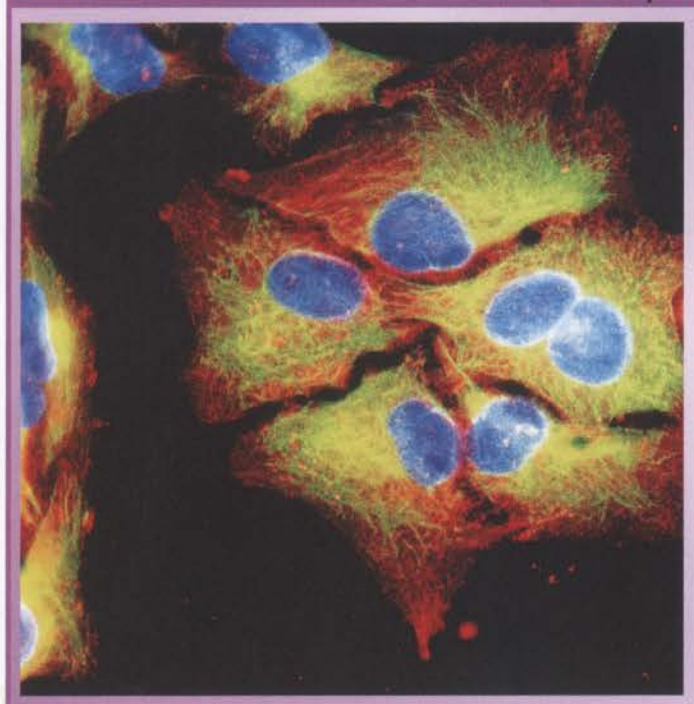
Каждая ткань тела состоит из групп клеток, выполняющих специальные функции и связанных сложной системой коммуникаций. В теле свыше 200 различных типов клеток. Хотя структура человеческого тела необычайно сложна, она управляется ограниченным набором функций клеток. Большинство клеток вырастают, делятся и умирают, выполняя при этом функции, присущие типу их ткани, как, например, сокращение мышечных клеток.

Обычно клетки содержат структурные элементы, которые называются органеллами и участвуют в метаболизме и жизненном цикле клеток. Жизненный цикл включает поглощение питательных веществ, деление клеток и синтез белков – молекул, ответственных за большую часть ферментных, метаболических и структурных функций.



На микрофотографии изображена печеночная клетка (вдали справа). Эта особая клетка, или гепатоцит, выполняет несколько функций. Нейроны – нервные клетки – коры головного мозга показаны во врезке (зеленые)

Бессмертные клетки



Большинство клеток, выращенных в лаборатории, могут делиться только около 50 раз, прежде чем умрут. Не умирают те клетки, которые выращиваются в чашках Петри постоянно, и такие клетки необычайно полезны для исследований.

В 1951 г. у 31-летней американки Генриетты Лакс было обнаружено небольшое повреждение шейки матки, и была сделана биопсия для определения, не являются ли взятые клетки злокачественными. Образец клеток был отправлен в лабораторию, и клетки действительно оказались злокачественными, а через восемь месяцев, несмотря на лечение, Генриетта Лакс умерла от рака шейки матки.

Клетки HeLa, в отличие от нормальных клеток, продолжают постоянно делиться. Они используются в научных исследованиях по всему миру

Затем образец клеток был отправлен в лабораторию Джорджа Гея, пионера в области исследования клеток культуры ткани, и после работы с этими клетками в течение нескольких недель он пришел к выводу, что они делятся быстрее любых других клеток, с которыми ему приходилось иметь дело.

Оказалось, что клетки, названные HeLa, бессмертны, и поскольку они растут так быстро, они пригодны для других исследований, и с тех пор стали широко применяться в биологических исследованиях. Благодаря использованию этих клеток в течение года была создана полиовакцина.

К сожалению, клетки HeLa обладают способностью заражать и разрушать другие клетки, выращиваемые в той же лаборатории.

Клетки HeLa до сих пор живут в лабораторных культурах. Такие колонии существуют уже более полувека.

Структура клетки

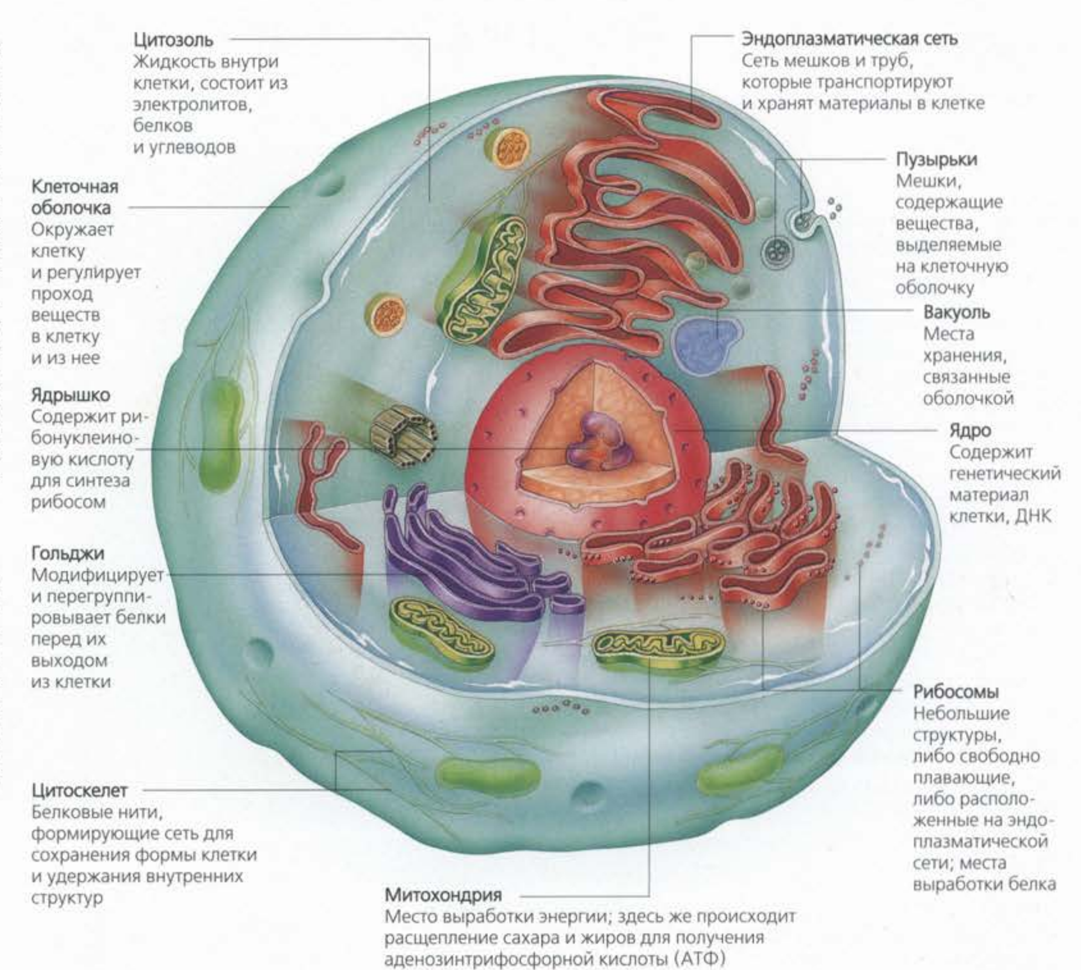
Структуру клетки можно разделить на внешнюю оболочку, содержащие ДНК молекулы и структуры, которые называются органеллы. Каждый компонент клетки выполняет специфическую функцию, такую как выработка энергии, хранение или синтез белков.

КЛЕТОЧНАЯ ОБОЛОЧКА

Клеточная оболочка окружает каждую клетку и отделяет ее от окружающей среды, в том числе и от других клеток. Внутри оболочки содержится раствор белков, электролитов и углеводов, который называется цитозолем, а также связанные оболочкой субклеточные структуры, которые называются органеллами. Цитозоль или гиалоплазма – сложная биоколлоидная система, которая объединяет все структуры клетки и служит средой для их взаимодействия. Через оболочку проходят белки, отвечающие за связь с наружной окружающей средой, а также за транспортировку питательных веществ и отходов.

ЯДРО КЛЕТКИ

Ядро является центром клетки и содержит клеточную ДНК в хромосомах, а также структурные белки для развития и защиты ДНК. Ядро окружено оболочкой с крупными порами, допускающими перемещение между ядрами молекул и цитозоля, но при этом хромосомы, определяющие генетическую программу, удерживаются в ядре.



Форма каждого типа клетки варьируется в зависимости от функции. На этом разрезе видны органеллы, присутствующие в большинстве клеток

Внутри клетки – цитоплазма



Цитоплазма – внутреннее содержимое клетки, за исключением ядра, состоящее из жидкости (цитозоль) и большого количества органелл.

Органеллы включают:

■ Митохондрию. Отвечает за выработку энергии. Питательные вещества в виде сахаров и жиров расщепляются в присутствии кислорода, образуется аденозинтрифосфорная кислота (АТФ), источник энергии, используемой клеткой.

■ Рибосомы. Рибосомы вырабатывают белки, используя копию, хранящуюся в генетическом материале клетки.

■ Эндоплазматическую сеть. Обширная сеть трубок, мешочков и пластин оболочки, проходящая через клетку. Обеспечивает транспортировку и хранение различных молекул.

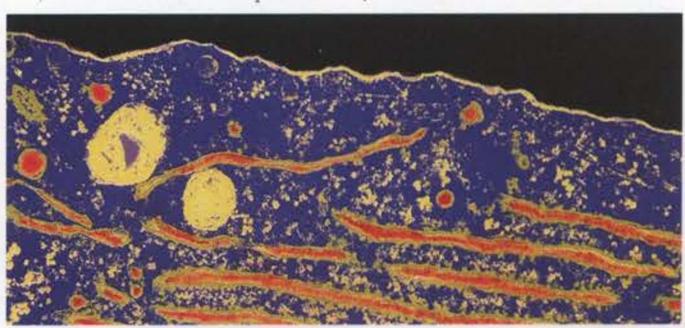
■ Аппарат Гольджи. Представляет собой группу плоских мешков, играет важную роль для модификации, упаковки и сортировки крупных молекул в клетке.

■ Пузырьки и вакуоли. Пузырьки – это связанные оболочкой области внутри клетки, предназначенные для специфических процессов или хранения. Вакуоли под микроскопом похожи на «полости», это типичные места хранения или расщепления сложных молекул, окруженные оболочкой.

■ Цитоскелет. Цитоскелет – это тонкая сеть белковых нитей, используемая для сохранения формы клетки и удержания на месте компонентов; она также создает основу для движений клетки.

На этой увеличенной микрофотографии видна одиночная митохондрия (розовая). Это своего рода двигательная установка, где происходит дыхание клетки

На этой электронной микрофотографии изображен разрез эндоплазматической сети животной клетки (красные линии). К поверхности прикреплены рибосомы



Как клетки делятся

Большинство клеток, из которых состоит человеческое тело, делятся регулярно. И происходит это не только в период роста, но и когда имеется необходимость замены состарившихся клеток.

Все ткани состоят из клеток – микроскопических, связанных мембраной полостей. Новые клетки возникают за счет клеточного деления, в ходе которого клетка воспроизводит свой генетический материал, а затем делит свое содержимое на две дочерние клетки. Процесс деления клеток происходит в теле постоянно, как во время развития плода, так и в зрелом возрасте.

ПОЧЕМУ КЛЕТКИ ДЕЛЯТСЯ?

Клетки делятся во время роста ткани или же когда клетки этой ткани стареют и им требуется замена. Деление тщательно регулируется и должно происходить в соответствии с потребностями окружающей ткани цикла внутреннего роста клетки.

Клетки, делящиеся бесконтрольно, могут стать раковыми клетками. Большинство способов лечения химиотерапией основано на том, чтобы убивать делящиеся клетки, но при этом не воздействовать на неделящиеся клетки.

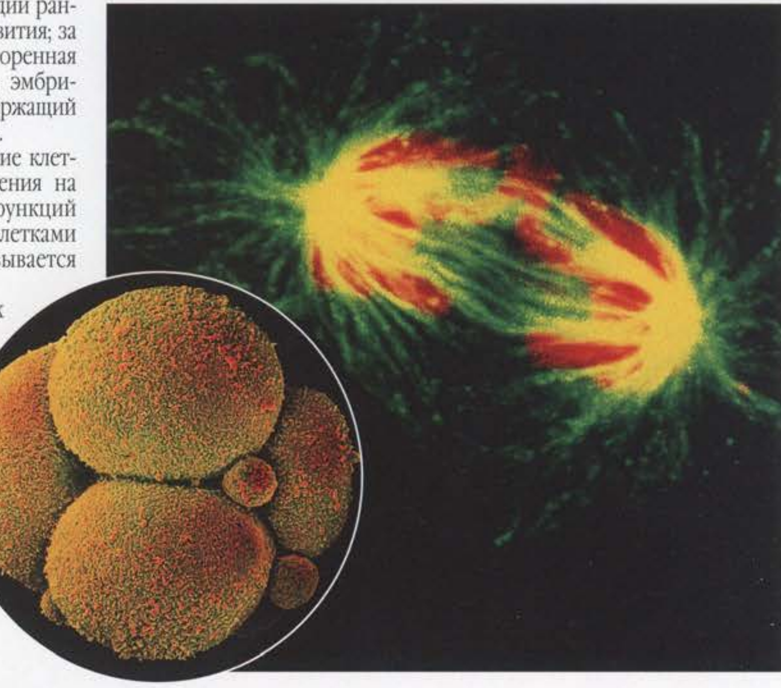
ЭМБРИОНАЛЬНЫЕ КЛЕТКИ

Наиболее масштабное деление клеток происходит на стадии раннего эмбрионального развития; за девять месяцев оплодотворенная яйцеклетка развивается в эмбрион, а затем – в плод, содержащий уже свыше 10 млрд клеток.

По мере развития многие клетки переключаются с деления на выполнение особых функций (например, становятся клетками пейсмекера), и это называется дифференциацией.

Почти во всех тканях есть стволовые клетки; это не полностью дифференцированные клетки, они могут и делиться, и выполнять особые функции в ответ на стимуляцию.

Во время процесса деления клеток хромосомы, содержащие генетический материал, разделяются на две новые (дочерние) клетки



Как только яйцеклетка оплодотворяется, она начинает прогрессивно делиться

Жизненный цикл клетки

Цикл деления клетки является процессом, в результате которого одна клетка дублирует свой генетический материал, а затем делится на две одинаковые дочерние клетки. Цикл деления клетки включает в себя две основные стадии: интерфазу, при которой дублируются компоненты самой клетки, и митоз, когда клетка делится на две новые.

Интерфаза подразделяется на две промежуточные фазы (G_1 и G_2) и фазу синтеза (S).

Во время первой промежуточной фазы (G_1) клетка продуцирует углеводы, липиды и белки. Медленно растущие клетки, такие как клетки печени, остаются на этой фазе годами, тогда как быстрорастущие, такие как клетки костного мозга, проходят ее всего за сутки.

Если клетка не делится активно, она входит в клеточный цикл во время фазы G_1 и оказывается в состоянии, которое называют G_0. Например, у взрослых многие специфические клетки, такие как нервные клетки и клетки сердечной мышцы, не делятся и остаются в фазе G_0. Это замедляет лечение и регенерацию тканей, а иногда просто делает это невозможным.

ДУБЛИРОВАНИЕ ХРОМОСОМ

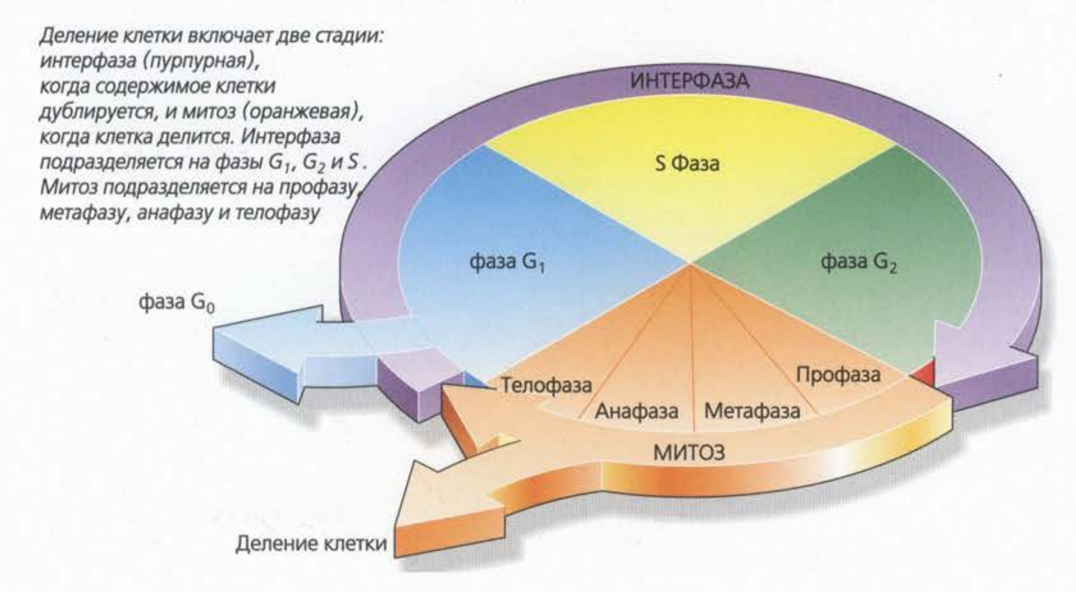
Следующий период интерфазы, известный как фаза S, заключается в дублировании хромосом, чтобы клетка временно имела 92 хромосомы, а не 46, как обычно. В ходе фазы S также синтезируются белки, включая те, что образуют веретенообразные структуры, разделяющие хромосомы. В большинстве человеческих клеток фаза S длится от 8 до 10 часов.

Дополнительные белки синтезируются в ходе второй промежуточной фазы – G_2.

Клетка делится на две дочерние клетки в результате процесса, который называется митоз. Митоз подразделяется на четыре фазы: профаза, метафаза, анафаза и телофаза.

Продолжительность полного клеточного цикла варьируется от одного дня до года, в зависимости от типа участвующих клеток. Частота замен различных типов клеток следующая.

- Клетки печени: 12 месяцев.
- Красные кровяные клетки: 80–120 дней.
- Клетки кожи: 14–28 дней.
- Клетки слизистой оболочки кишечника: 3–5 дней.



Деление клетки включает две стадии: интерфаза (пурпурная), когда содержимое клетки дублируется, и митоз (оранжевая), когда клетка делится. Интерфаза подразделяется на фазы G_1, G_2 и S. Митоз подразделяется на профазу, метафазу, анафазу и телофазу

Четыре стадии митоза

1 Профаза Во время профазы ДНК конденсируется в узнаваемые хромосомы, ядро рассеивается и его содержимое поступает в цитоплазму.



Под сканирующим электронным микроскопом (СЭМ) видны хромосомы (красные), ядерная оболочка (оранжевая) и цитоплазма (зеленая)

2 Метафаза Во время метафазы хромосомы прикрепляются к митотическому аппарату, серии специально синтезированных белковых нитей, прикрепленных к противоположным сторонам клетки.



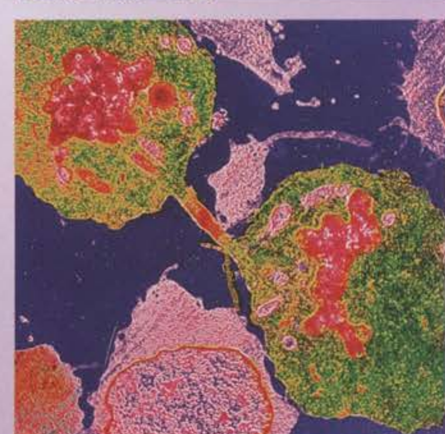
Здесь показана клетка в конце метафазы: ядерная оболочка исчезла, а хромосомы (красные) выстроились вдоль центра клетки

3 Анафаза Во время анафазы хромосомы растаскиваются друг от друга митотическим аппаратом клетки. Разделенные пополам, хромосомы располагаются с обеих сторон клетки.



На фотографии СЭМ показана первая стадия анафазы, когда хромосомы разделяются, а в клеточной оболочке появляются насечки

4 Телофаза Во время телофазы ядерные оболочки реформируются, содержимое клетки перераспределяется, а оболочка «защипывается», образуя две клетки.



Клетка в последней стадии телофазы: две новообразованные клетки еще соединены узким мостиком, содержащим элементы митотического аппарата

Смерть и самоубийство клеток

Существуют два способа смерти клеток: их могут убивать вредоносные факторы (этот процесс называется некроз), либо они могут «совершать самоубийство», и этот механизм ученые называют апоптоз.

НЕКРОЗ

Когда тело уязвимо для механических или химических повреждений, клетки могут просто умереть, поскольку они не могут больше надлежаще функционировать. Этот процесс, который называется некроз, возникает, когда нарушена целостность клетки или когда молекулы или структуры, необходимые для выживания клеток, недоступны или нефункциональны. Например, после того, как человек умирает, все клетки тела лишаются питательных веществ и кислорода, в результате чего происходит некроз и смерть клеток.

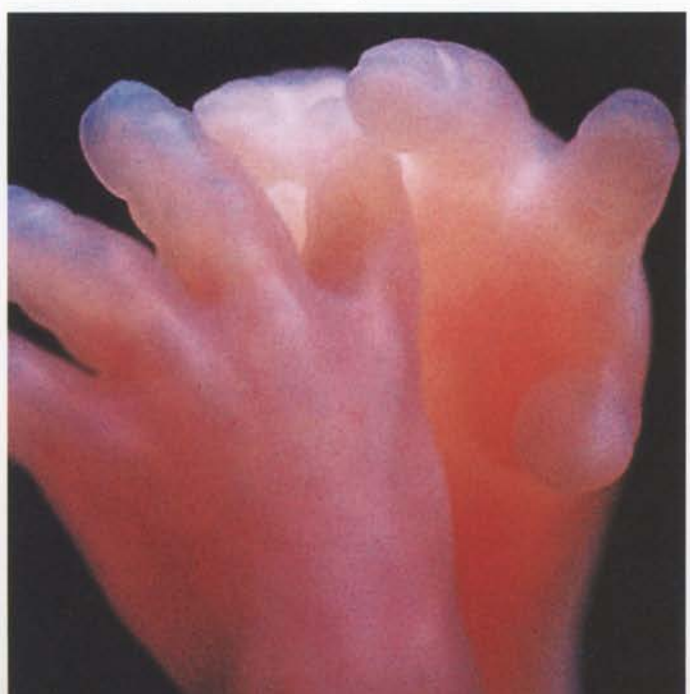
Гангрена является еще одним примером некроза – мертвые ткани чернеют в результате воздействия определенных бактерий на гемоглобин, который, распадаясь, продуцирует темные, железисто-сульфидные отложения.

АПОПТОЗ

Большинство клеток имеют встроенную программу, которая позволяет им убивать себя. Ученые считают, что эта программа так же присуща клетке, как и митоз.

Существуют две основные причины, по которым клетки сами убивают себя. Первая – запрограммированная смерть клетки, необходимая для нормального развития человеческого тела. Например, формирование пальцев рук и ног плода требует удаления ткани между ними с помощью апоптоза.

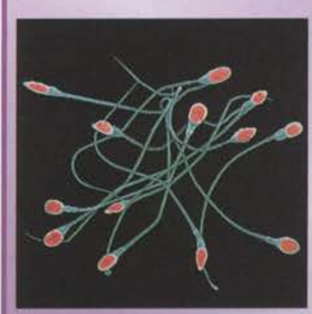
Вторая – самоубийство требуется для уничтожения клеток, представляющих угрозу для организма. Например, защитные Т-лимфоциты убивают зараженные вирусом клетки, инициируя в них апоптоз.



На ранних стадиях развития плода пальцы соединены между собой, что придает им перепончатый вид. По мере развития плода перепонки исчезают благодаря апоптозу

Мейоз

Мейоз – это особая форма клеточного деления, возникающая только во время формирования сперматозоидов и яйцеклеток. Во время мейоза происходят два цикла деления, но только одно дублирование хромосом, поэтому в сперматозоидах и яйцеклетках остается только 23 хромосомы. Мейоз уникален, поскольку «перекрест» происходит между парными хромосомами. В результате хромосомы сперматозоидов и яйцеклеток не идентичны родительским хромосомам.



Мейоз – это процесс формирования сперматозоидов и яйцеклеток. В отличие от всех других клеток тела, гаметы содержат только 23, а не 46 хромосом

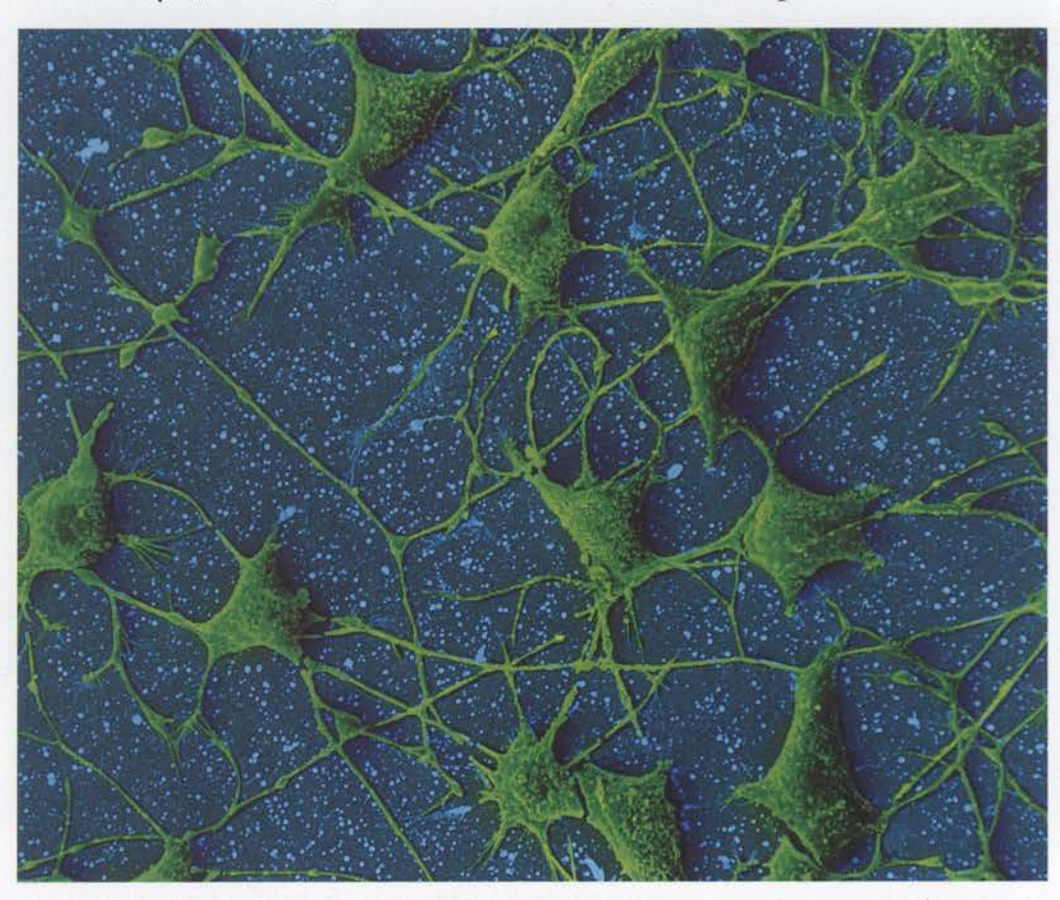
Взаимодействие клеток

Для функционирования тела скоординированным образом необходимо, чтобы клетки взаимодействовали друг с другом. Они делают это, либо отправляя химических посланников, либо возбуждая соседние клетки с помощью электричества.

В теле человека содержится в общей сложности около 10 000 000 000 000 (10 триллионов) клеток более 200 различных типов. Однако преимущество наличия специализированных клеток может быть реализовано только в том случае, если эта многоклеточная структура будет функционировать скоординированным образом.

■ Внутренние раздражители. Тело должно быть способным реагировать на изменения в его внутренней среде. Например, клетки поджелудочной железы определяют повышенную концентрацию глюкозы в крови после приема пищи; они выделяют гормон – инсулин, – который заставляет клетки других тканей поглощать глюкозу из крови и вырабатывать энергию.

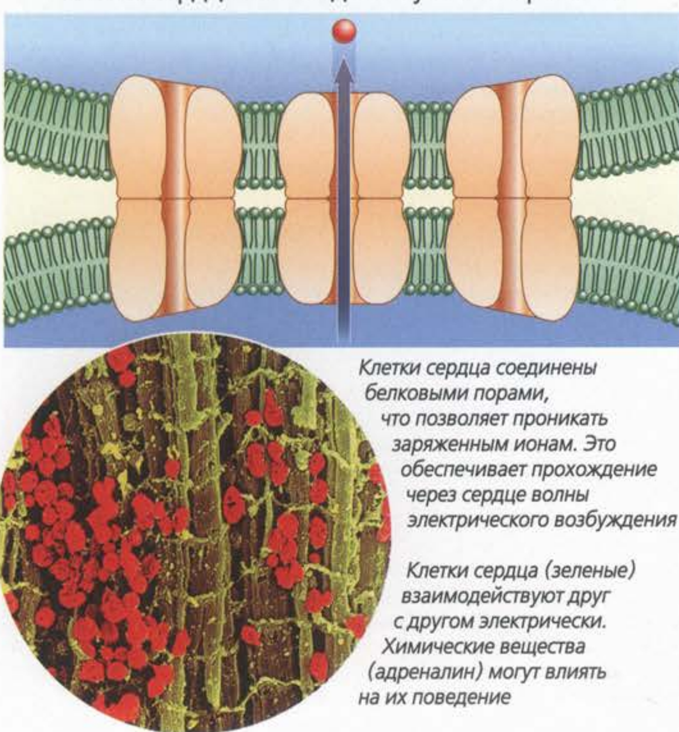
■ Внешние раздражители. Тело должно определять внешние раздражители и реагировать на них. Например: недостаточно просто видеть хищника, если эта информация не подготавливает к схватке с ним или к бегству.



Нервные клетки взаимодействуют друг с другом химически, воздействуя на электрическую возбудимость соседних клеток

Электрическое и химическое взаимодействие клеток

Клетки сердца взаимодействуют электрически



Клетки сердца соединены белковыми порами, что позволяет проникать заряженным ионам. Это обеспечивает прохождение через сердце волны электрического возбуждения

Клетки сердца (зеленые) взаимодействуют друг с другом электрически. Химические вещества (адреналин) могут влиять на их поведение

И внутренние, и внешние раздражители определяются специальными химическими веществами (обычно белками). Они называются «рецепторы» и преобразуют информацию в ту форму, которую могут воспринимать другие клетки тела. Говоря в общем, взаимодействие между клетками тела осуществляется с помощью либо химических посланников, либо электрических разрядов.

ЭЛЕКТРИЧЕСКОЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ

Большинство электрических посланий переносятся нервными клетками (хотя сердечные клетки тоже взаимодействуют с помощью электричества), которые специально предназначены для передачи нервных импульсов от одной области тела в другую. Например, некоторые нервные волокна могут достигать в длину 1 м.

Основным преимуществом электрического взаимодействия является скорость, с которой может передаваться информация; некоторые нервы способны испускать нервные импульсы со скоростью 120 м в секунду. Более того, поскольку «электропроводка» из нейронов очень точная, информация может доставляться в самые специфические места.

ХИМИЧЕСКОЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ

И наоборот, учитывая тот факт, что многие химические посредники, такие как гормоны, выпускаются в кровоток, эти молекулы могут воздействовать на большое количество клеток, однако делают они это относительно медленно.

Например, когда человек попадает в стрессовую ситуацию, приток адреналина происходит только через 15–30 секунд. Это обусловлено тем, что молекулы адреналина должны выйти из надпочечника (расположен сразу над почками) в кровоток, который затем понесет их по всему телу к нужным органам (таким, как сердце, увеличивая и частоту, и силу сердцебиений).

Типы химических связей

Химических посланников можно разделить на три группы, основываясь на типе клетки, выделяющей химическое вещество, и на том, каким образом химический посланник достигает своего места действия. Эти группы включают гормоны, паракринный и аутокринный факторы, и нейрогормоны.

Гормоны

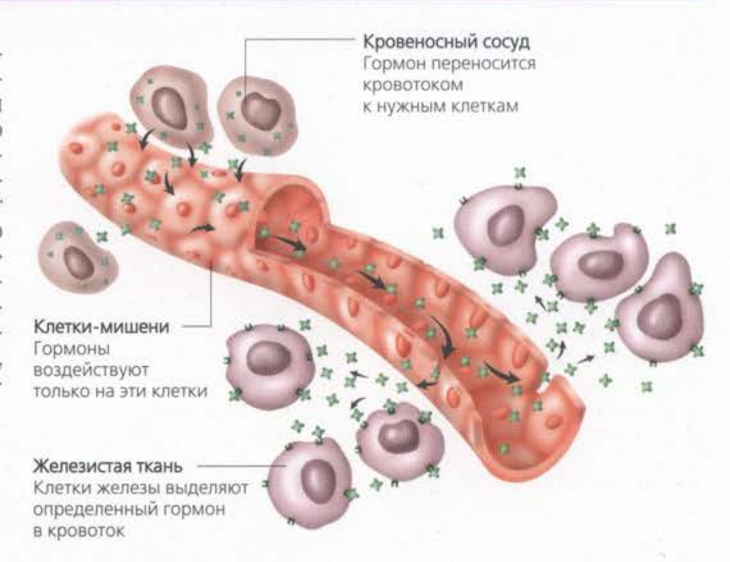
Гормоны – это химические вещества, которые выделяются железой в кровоток и переносятся им по всему телу в отдаленные участки. Они могут иметь особое место действия или же могут воздействовать на широкий спектр различных клеток, одновременно регулируя большое количество процессов, протекающих в теле.

Например, адреналин выделяется в кровь мозговым веществом надпочечника, центральной частью каждого надпочечника, которые находятся над почками. Адреналин выполняет множество функций, включая сужение кровеносных сосудов, усиление сердечной деятельности, расширение глазных зрачков и ингибирование желудочно-кишечного тракта.

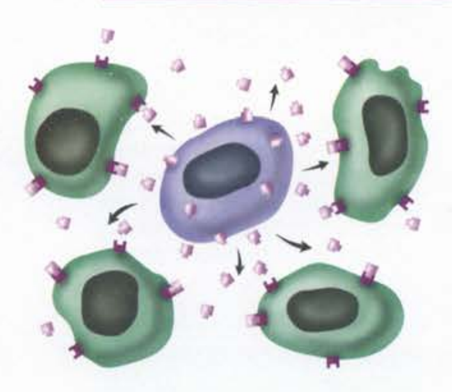
ОСОБЕННОСТЬ ГОРМОНОВ

Поскольку все клетки тела находятся в непосредственной близости с проходящими кровеносными сосудами, то можно ожидать, что гормоны способны воздействовать на каждую клетку тела. Однако это не так. Чтобы гормон мог воздействовать на внутреннюю биохимию клетки (на «поведение» клетки), она должна иметь надлежащий белковый рецептор, находящийся в оболочке клетки, аналогично почтовому ящику на двери, чтобы почтальон мог опустить туда письмо.

Гормоны – это химические посланники, выделяемые железой в кровоток, который переносит гормоны в отдаленные ткани



Паракринные и аутокринные факторы



Паракринные факторы выделяются в пространства между клетками. Они воздействуют на типы клеток, отличающиеся от тех, что выделяют их

Вторая группа химических посредников отличается от гормонов тем, что они не переносятся кровотоком к нужным клеткам.

Эти химические вещества выделяются в водянистое пространство между клетками и воздействуют либо на такой же тип клеток, которые выделяют их (аутокринные факторы – «ауто» означаем «сам»), либо на другие, хотя и соседние клетки (паракринные факторы). Однако следует отметить, что химическое вещество может являться одновременно и паракринным, и аутокринным фактором.

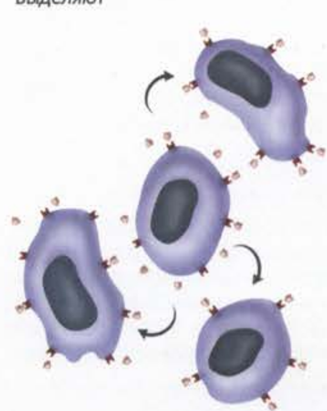
ПАРАКРИННЫЕ ФАКТОРЫ

Одним из наиболее распространенных паракринных факторов является гистамин. Гистамин выделяется специализированными клетками, которые называются мастоцитами и присутствуют в большинстве тканей. Гистамин участвует в аллергических реакциях и в некоторых воспалениях. Антигистаминные препараты не позволяют мастоцитам выделять этот паракринный фактор.

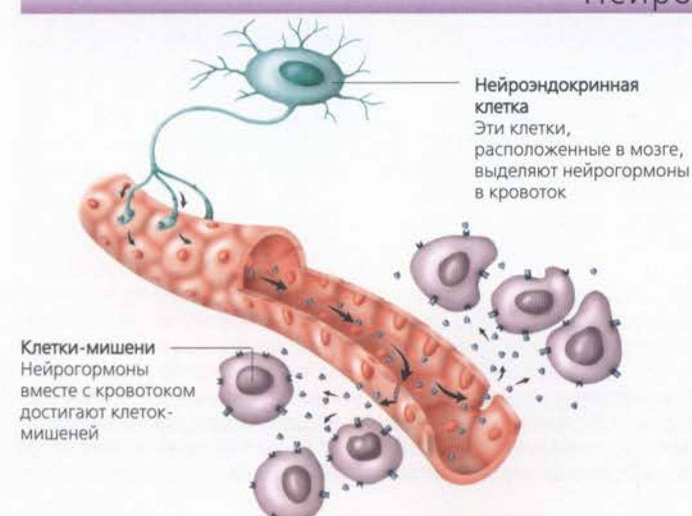
АУТОКРИННЫЕ ФАКТОРЫ

Аутокринные факторы воздействуют на тот же тип ткани, который выделяет их. Например, большинство клеток выделяют аутокринные факторы, замедляющие их собственное деление и деление подобных соседних клеток. Раковые клетки не выделяют и не реагируют на них, их деление не затормаживается.

Аутокринные факторы – это химические посредники, воздействующие только на клетки того типа, которые изначально их выделяют



Нейрогормоны



Большинство нейронов взаимодействуют друг с другом, выделяя химических посредников, которые распространяются в промежутке (называется синапс), разделяющем их.

Однако некоторые нейроны не имеют синапса с другими нервными клетками. Их синаптические окончания расположены рядом с кровеносными сосудами; при стимуляции этих нейронов они выделяют нейрогормон в кровь, который затем переносится к отдаленным органам почти тем же образом, что и гормон, выделенный железой.

Нейрогормоны выделяются специализированными клетками, нейроэндокринными клетками. Эти химические вещества переносятся в клетки-мишени

ОКСИТОЦИН

Окситоцин является нейрогормоном, который выделяется в кровоток нейроэндокринных клетками, находящимися в гипоталамусе. Это происходит в ответ на стимуляцию чувствительных нервов в соске матери, когда ребенок сосет грудь. Кровь приносит нейрогормон в молочную железу, где он побуждает молоко выходить через сосок.

Структура клеточной мембраны

Клеточная мембрана отделяет содержимое клетки от внешней среды. Так как сквозь нее могут проникать только определенные молекулы, внутренняя среда клетки может строго контролироваться.

Каждая клетка укрыта мембраной, состоящей главным образом из фосфолипидов (фосфатосодержащих жировых молекул) и белков, играющих роль барьера между содержимым клетки и внешней средой. Некоторые молекулы могут свободно проходить сквозь мембрану, тогда как проникновение других ограничено, либо они вообще не могут проходить сквозь мембрану.

Мембрана окружает всю клетку в целом (она еще называется клеточной оболочкой), а также органеллы (субклеточные компоненты), содержащиеся в мембране.

Клеточная мембрана – это гораздо большее, чем просто защитная оболочка; определяя, каким химическим веществам можно проникать в нее и выходить наружу, клетка способна строго контролировать внутреннюю среду, а также взаимодействовать с другими клетками.

Как устроена клеточная мембрана

Клеточная мембрана – это сложная структура, отделяющая содержимое клетки от внешней среды

Углеводы
Углеводы присутствуют только на наружной поверхности клеточной мембраны

Холестерин
Молекулы холестерина присутствуют в клеточной мембране

Клетка

Белки
Некоторые белки мембраны связывают содержимое клетки с наружной поверхностью

Цитоскелет
Внутренние «строительные леса» клетки называются цитоскелетом

Фосфолипидный бислой

ХИМИЧЕСКАЯ КОНСТРУКЦИЯ

Клеточная мембрана состоит из четырех групп химических веществ: фосфолипиды (25%), белки (55%), холестерин (15%), углеводы и липиды (5%).

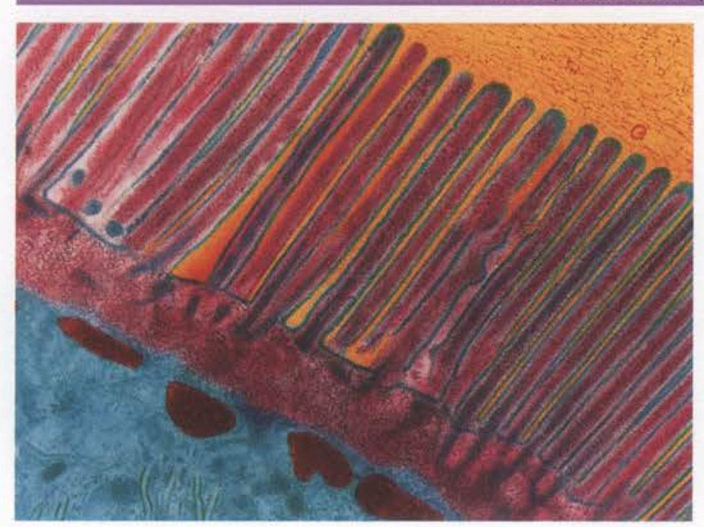
■ Молекулы фосфолипидов располагаются в два слоя (называется бислой). Они выполняют роль очень тонкого, но непроницаемого барьера для воды и водорастворимых молекул, таких как глюкоза. Однако жирорастворимые молекулы, такие как кислород, углекислый газ и стероиды, могут свободно проходить сквозь этот барьер. Фосфолипидная перегородка мембраны необычайно тонкая – если бы человек уменьшился до высоты мембраны, то проходящий сквозь нее эритроцит растянулся на полтора километра.

■ Белки обеспечивают прохождение водорастворимых молекул в клетку. Они также позволяют клеткам взаимодействовать между собой, распознавать друг друга и скрепляться.

■ Молекулы холестерина до известной степени «растворены» в фосфолипидном бислое. Холестерин снижает текучесть мембраны, сдерживая латеральные движения хвостов фосфолипидов.

■ Углеводы прикреплены к белкам (гликопротеинам) и к липидам (гликолипидам). Они постоянно выступают на наружной поверхности мембраны для сцепления и взаимодействия клеток.

Специализации мембраны



Клеточные мембраны не одинаковы. Это объясняется огромным разнообразием функций, выполняемых клетками в различных частях тела.

МИКРОВОРСИНЫ

Микроворсины – это специализированные складки клеточной мембраны, значительно увеличивающие ее общую поверхность. Это особенно полезно для клеток, чья основная роль заключается в поглощении химических веществ из внешней среды. Например, в каждой кишечной эпителиальной клетке насчитывается около 1000 микроворсин, поглощающих питательные вещества из желудочно-кишечного тракта. Каждая из них – длиной около одной тысячной миллиметра, их наличие в 20 раз увеличивает поглощающую способность поверхности клетки.

Микроворсины (пурпурные) увеличивают поверхность, поглощающую питательные вещества из кишечного просвета (желтый)

СЦЕПЛЕНИЕ МЕЖДУ КЛЕТКАМИ

Если некоторые клетки, такие как кровяные клетки и сперматозоиды, являются независимыми телами с определенной степенью свободы, то большинство клеток тела соединены между собой и образуют ткани; клетки тела скреплены мембранными соединениями.

Роль мембранных белков

Белки, присутствующие в клеточной мембране, играют важную роль в многочисленных функциях клеток. Некоторые из белков стягивают клетки, соединяя внутреннее содержимое клеток с наружной средой, и это позволяет клеткам взаимодействовать друг с другом не только химическим путем.

Мембранные белки отвечают за большинство специализированных функций клеточной мембраны. Их можно разделить на две основные группы.

■ Интегральные белки – если некоторые из них выступают из клеточной мембраны только с одной стороны, то подавляющее большинство белков пересекают мембрану и таким образом выступают и с внутренней, и с наружной стороны.

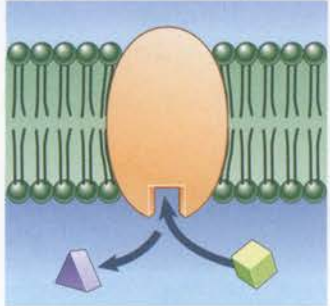
Эти «трансмембранные» белки часто способствуют обмену веществами между внутриклеточным пространством и наружной средой, либо предоставляя проход в мембране, либо транспортируя молекулы через мембрану.

Интегральные белки также создают участки связывания для химических веществ, выделяемых другими клетками; это позволяет клеткам, включая нейроны (нервные клетки), взаимодействовать друг с другом.

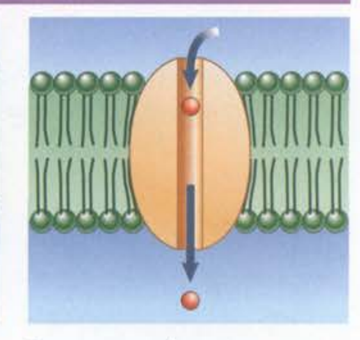
■ Периферические белки – не присутствуют в фосфолипидном бислое. Обычно они крепятся к внутренней стороне интегральных белков. Могут действовать как ферменты, ускоряющие химические реакции внутри клетки, либо могут участвовать в изменении формы клетки; например во время деления клетки.

Функции мембранных белков

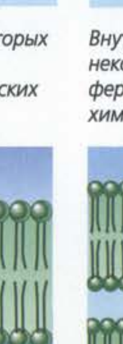
Наружная поверхность некоторых белков образует «участок связывания» (А) для химических посредников других клеток



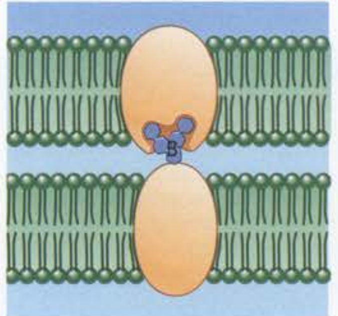
Внутренняя поверхность некоторых белков выполняет роль фермента, ускоряющего химические реакции в клетке



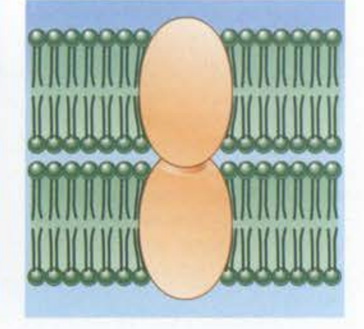
Транспортные белки стягивают мембрану, обеспечивая проход для химических веществ внутрь клетки и наружу



Внутренние «строительные леса» клетки (цитоскелет – красные полоски) крепятся к внутренней поверхности мембранных белков

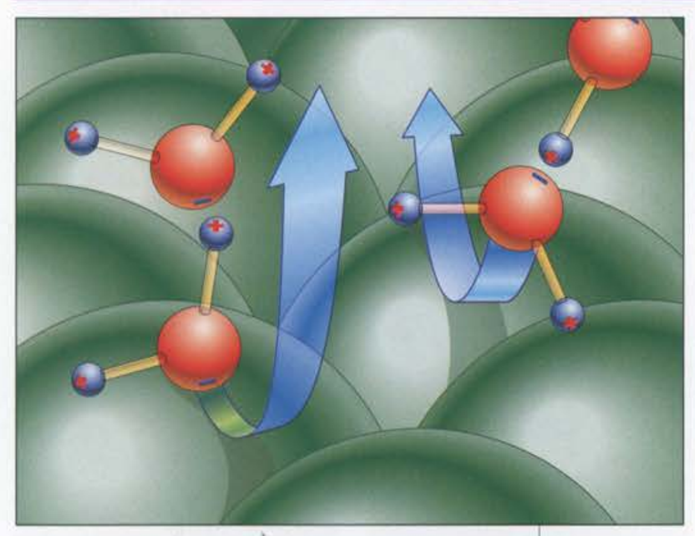


Некоторые гликопротеины выполняют функцию «опознавательной бирки» (В)



Мембранные белки соседних клеток могут скрепляться, создавая различные соединения между двумя клетками

Почему так важны фосфолипиды?





Молекулы воды из слегка отрицательно заряженного атома кислорода (красный), соединенного с двумя слегка положительно заряженными атомами водорода (синие). Так как «хвосты» фосфолипидов неполярны, клеточная мембрана непроницаема для воды

МОЛЕКУЛЫ ВОДЫ

Молекулы воды состоят из двух атомов водорода, соединенных с одним атомом кислорода (отсюда и общеизвестная химическая формула H_2O). Хотя они не имеют электрического заряда (молекула воды полностью электрически нейтральна), атом кислорода в одном конце молекулы слегка заряжен отрицательно, а два атома водорода в другом конце слегка заряжены положительно.

Как результат этого химического свойства, вода считается «полярной» молекулой, поскольку, как и магнит, имеет два электрических «полюса».

Поэтому молекулы воды взаимодействуют между собой электрически: отрицательный атом кислорода в одной молекуле воды притягивается к положительным атомам водорода соседней молекулы воды. Степень этого притяжения, зависящая от температуры окружающей среды, определяет состояние молекул: лед, вода или пар.

ФОСФОЛИПИДЫ И ВОДА

Вода также взаимодействует с другими полярными молекулами, такими как глюкоза (поэтому глюкоза растворяется в воде). Однако неполярные молекулы, включающие жиры, в воде не растворяются.

Фосфолипиды являются идеальными строительными блоками для клеточной мембраны, предназначенной для отделения внутреннего содержимого клетки от наружной среды, в силу своей особой химической структуры: молекула фосфолипида состоит из фосфоросодержащей, гидрофильной (водолюбивой) головки, прикрепленной к липидосодержащему, гидрофобному (неводолюбивому) хвосту. Это означает, что когда фосфолипиды смешиваются с водой, гидрофильные головки смешиваются с окружающими молекулами воды, а гидрофобные хвосты не смешиваются. Таким образом, молекулы воды могут проникать сквозь клеточную мембрану только через поры в белках, содержащихся в мембране.

Проникновение сквозь клеточную мембрану

Клеткам тела, чтобы функционировать надлежащим образом, требуется тщательно контролировать собственную внутреннюю среду. Клеточная мембрана образует барьер, определяющий, какие химические вещества могут проходить в клетку и выходить из нее.

Каждая клетка тела окружена мембраной. Это важный барьер, отделяющий внутреннее содержимое клетки от наружной среды. Это имеет большое значение, поскольку необходимо строго регулировать содержимое клетки, чтобы она могла функционировать надлежащим образом.

ПОЛУПРОНИЦАЕМЫЕ МЕМБРАНЫ

Клеточная мембрана не является непроницаемым барьером. Она позволяет некоторым веществам свободно проходить сквозь нее, ограничивает проход других веществ, а некоторые никогда не пропускает сквозь себя; отсюда и название «полупроницаемая».

Например, глюкоза, важная молекула, питающая тело энергией, может легко проходить сквозь клеточную мембрану. Однако, чтобы не допустить выхода назад из клетки неиспользованной глюкозы, она преобразуется в химическое вещество, которое называется глюкозо-6-фосфат, и это вещество не может проходить сквозь клеточную мембрану.

Среди других молекул, которые могут свободно проникать сквозь клеточную мембрану, – кислород, используемый в метаболизме глюкозы, и углекислый газ, удаляемый из клетки в качестве отходов.

БЕЛКОВЫЕ ПОРЫ

Другие частицы, такие как ионы натрия или аминокислоты, могут проходить сквозь мембрану только через «поры», создаваемые особыми клеточными белками; многие из них действуют как ворота – открываясь или закрываясь только в ответ на заранее установленный стандартный химический сигнал.

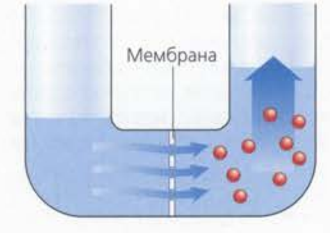
Например, некоторые белковые поры открываются только тогда, когда химическое вещество, выделенное другой клеткой (например, гормон), устанавливает связи с наружной поверхностью самого белка.

Другие белковые поры открываются в ответ на изменение электрического напряжения.

Осмос



U-образная трубка разделена на два отделения: в одном чистая вода, в другом – концентрированный раствор сахара



Мембрана проницаема для воды, но не для молекул сахара; таким образом, вода проходит сквозь мембрану в раствор сахара

Осмос – это движение молекул воды через мембрану из места их высокой концентрации в место низкой концентрации.

Этот процесс можно проиллюстрировать, наполнив одну половину сообщающихся сосудов чистой водой, а другую половину концентрированным раствором сахара. Разделяет половины сообщающихся сосудов полупроницаемая мембрана, мелкие поры которой пропускают молекулы воды, но препятствуют прохождению молекул сахара.

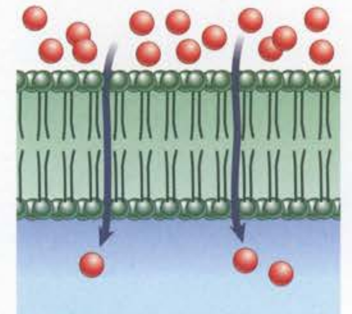
Молекулы воды будут проходить сквозь мембрану из той половины, где чистая вода, в ту половину, где раствор сахара.

ВАЖНОСТЬ ОСМОСА

Осмос играет очень важную роль для человеческого тела. Например, объем крови может контролироваться путем изменения концентрации натрия в моче; вода поступает в мочевыводящие пути в результате осмоса, а затем выходит из тела, уменьшая тем самым объем крови.

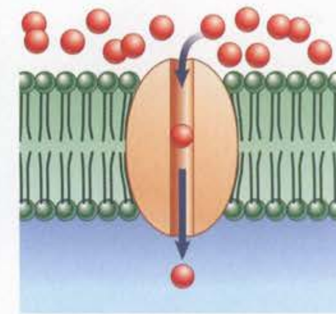
Пассивный транспорт

Простая диффузия



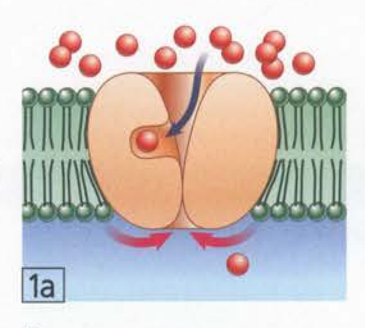
Некоторые молекулы, такие как стероиды, могут свободно проникать в клетку сквозь клеточную мембрану (зеленая)

Белковые поры

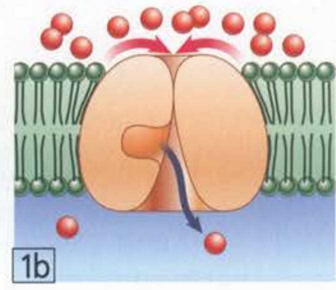


Некоторые белки образуют «поры», позволяющие веществам, таким как атомы натрия, проникать сквозь клеточную мембрану

Облегченный транспорт

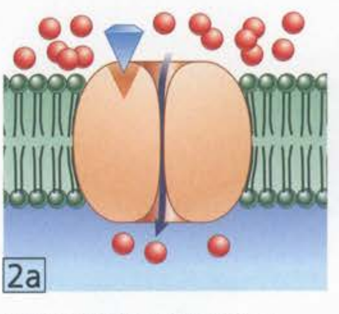


Крупные молекулы, такие как глюкоза, «переправляются» через мембрану. Это отличается от проникновения через поры, поскольку они открыты не постоянно

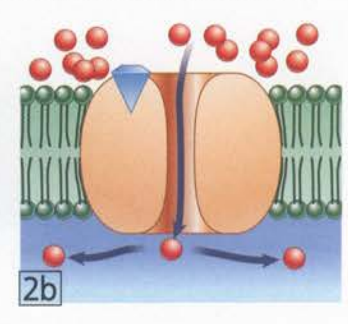


Белковый канал слегка изменяет свою форму после того, как молекула «пришвартовывается» к нему, что позволяет ей проникать внутрь

Рецепторно-медиаторное открытие белковой поры



Некоторые белковые каналы открываются только тогда, когда молекула-посредник скрепляется с поверхностью белка, действуя как ключ



Эти «рецепторные белки» особенно важны в нейронах (нервные клетки), так как позволяют одному нейрону влиять на внутреннюю среду другого

Активная транспортировка

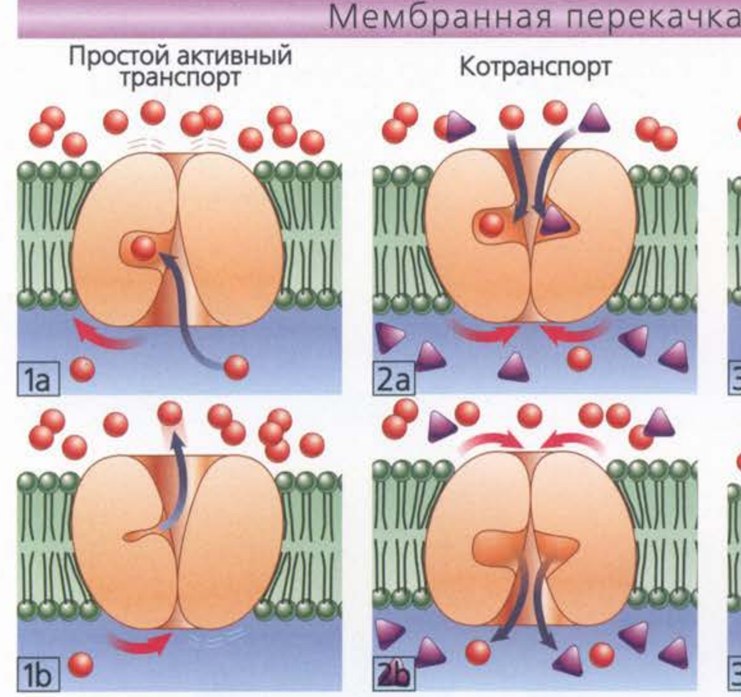
Некоторые молекулы не могут проникать сквозь клеточную мембрану без определенной помощи. Они либо не растворяются в воде, либо слишком велики для белковых пор.

Как и в случае с осмотическим движением воды, некоторые молекулы обладают природной тенденцией двигаться от места высокой концентрации к месту низкой (как мяч, катящийся по склону), пока не рассеиваются в подходящем месте. Это называется «диффузией до градиента концентрации».

Если молекула, чтобы проникнуть в клетку, должна двигаться в направлении, противоположном градиенту концентрации («вверх по склону»), на помощь «приходит» активный транспорт, требующий энергозатрат.

Существуют два основных вида активного транспорта, мембранная перекачка и везикулярный транспорт. В роли мембранных «насосов» выступают белки, способные проталкивать немного молекул сквозь мембрану. Везикулярный транспорт обеспечивает перемещение многих молекул.

Мембранная перекачка

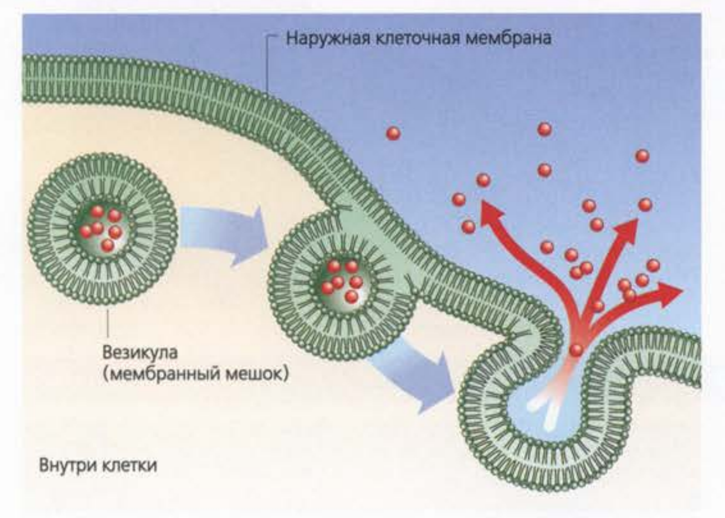


Одним из способов перемещения молекул в направлении, противоположном градиенту концентрации (здесь из клетки), является его транспорт белками; этот процесс требует энергии

Если одна молекула движется в направлении градиента концентрации (красные шарики), то она может «подвезти» другую молекулу (пурпурные треугольники)

Контртранспорт схож с котранспортом в том, что движение «вниз по склону» одного химического вещества предоставляет энергию другому, движущемуся «вверх по склону»

Везикулярный транспорт – экзоцитоз



Экзоцитоз – это процесс, с помощью которого большие количества вещества транспортируются из клетки наружу.

Как и мембранная перекачка, экзоцитоз требует энергии. Этот способ транспортировки отвечает за секрецию гормонов из эндокринных желез и за выделение нейротрансмиттеров из нервных клеток. В результате экзоцитоз играет важную роль в обеспечении взаимодействия между клетками.

Химическое вещество, которому предстоит выйти из клетки, «упаковывается» в мембранный мешок (везикулу). Он сливается с клеточной мембраной, выпуская из клетки свое содержимое

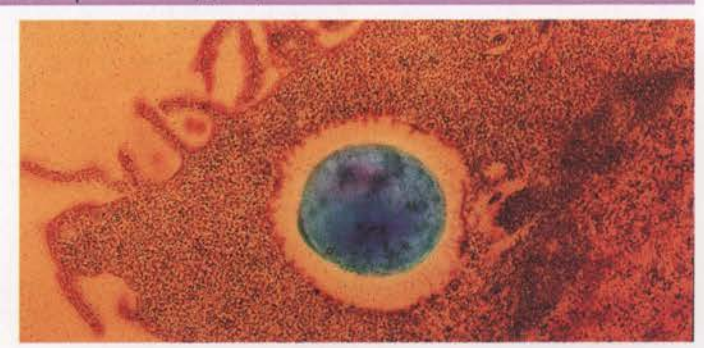
ПРОЦЕСС ЭКЗОЦИТОЗА

Вещество, которому предстоит выйти из клетки, сначала «упаковывается» в мешочек, который называется везикулой и состоит из фосфолипидов и белков, точно таких же, какие присутствуют в плазменной мембране. Затем везикула продвигается к клеточной мембране. Белки везикулы распознают белки мембраны и соединяются с ними, в результате чего две мембраны рассасываются и в конечном итоге лопаются, выпуская содержимое везикулы в межклеточное пространство. Клеточная мембрана не увеличивается в размере по мере «причаливания» к ней очередных везикул, которые постоянно рециркулируют.

Везикулярный транспорт – эндоцитоз

Эндоцитоз во многих отношениях полностью противоположен экзоцитозу; это процесс, позволяющий веществу проникать в клетку из окружающей среды. Существуют три основных вида эндоцитоза.

- Фагоцитоз (букв. «поедание клеткой»): крупные, твердые вещества (например, бактерии) поглощаются клеточной мембраной и поступают в клетку, где перевариваются как комплекс питательных веществ.
- Пиноцитоз (букв. «выпивание клеткой»): поглощаются капли жидкости с растворенными молекулами из наружной среды.
- Рецепторно-медиаторный эндоцитоз: поглощаются очень специфические молекулы.



Клетка (коричневая) поедает бактерии клостридии (синие). Клеточная мембрана поглощает бактерии в результате процесса, который называется фагоцитоз

Нейроны

Нейрон – это специализированная клетка нервной системы. Основной функцией нейронов является передача информации в форме электрических импульсов из одной части тела в другую.

Ткани нервной системы состоят из двух типов клеток: нейронов, или нервных клеток, которые передают информацию в форме электрических сигналов, и более мелких, поддерживающих клеток (глиальных клеток), окружающих нейроны.

ОБЩИЕ СВОЙСТВА

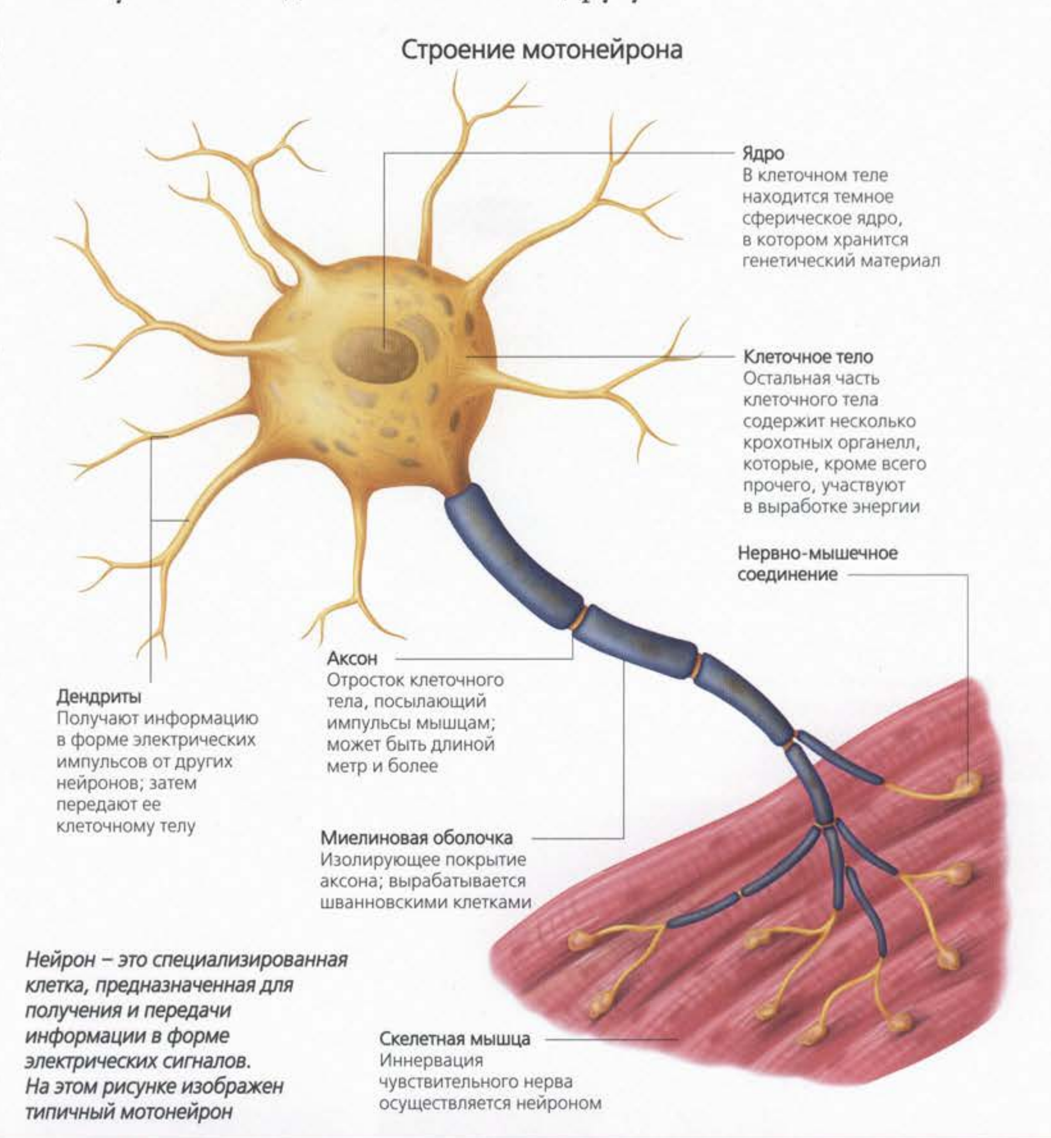
Нейроны – это крупные специализированные клетки нервной системы, функция которых состоит в получении информации и передаче ее по всему телу. Хотя нейроны различаются по структуре, некоторые свойства у них общие.

- Клеточное тело – у нейрона одно клеточное тело, из которого выходит различное количество ветвящихся отростков.
- Дендриты – тонкие ветвящиеся отростки нейрона, которые на самом деле являются продолжением клеточного тела.
- Аксон – каждый нейрон имеет аксон, выносящий электрические импульсы из клеточного тела.

ХАРАКТЕРИСТИКИ

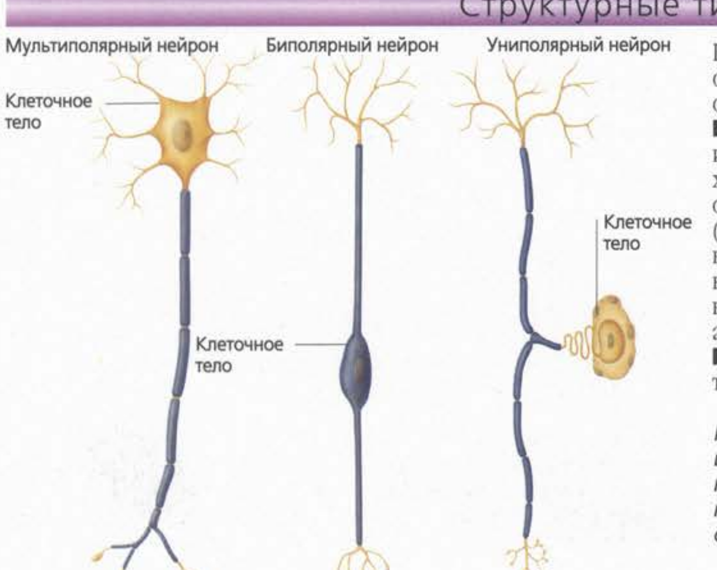
Нейроны обладают еще несколькими характеристиками.

- Нейроны не могут делиться и заменять друг друга при повреждении.
- У нейронов большая продолжительность жизни, поскольку они не могут заменять друг друга.
- У нейронов очень высокая потребность в энергии, поэтому они не могут жить более нескольких минут без кислорода или глюкозы, получаемых из крови.



Нейрон – это специализированная клетка, предназначенная для получения и передачи информации в форме электрических сигналов. На этом рисунке изображен типичный мотонейрон

Структурные типы нейрона



Нейроны подразделяются на три основные группы по количеству отростков.

- Мультиполярные нейроны – имеют множество отростков, выходящих из клеточного тела. Все отростки, за исключением одного (аксон), являются дендритами. Это наиболее распространенный тип нейрона, особенно в центральной нервной системе (ЦНС). Иногда аксон отсутствует.
- Биполярные нейроны – имеют только два отростка: один дендрит и один аксон. Этот тип нейрона достаточно редок в организме, но присутствует в специальных органах чувств, таких как сетчатка глаза.
- Униполярные нейроны – имеют один отросток, разделенный на периферийный отросток, получающий информацию, часто от чувствительного окончания, и центральный отросток, входящий в ЦНС.

Расположение отростков, выходящих из клеточного тела, можно разделить на три категории. Структурный тип клетки связан с ее функцией

ФУНКЦИЯ НЕЙРОНА

Нейроны можно также разделить на сенсорные (или афферентные) нейроны и мотонейроны (эфферентные). Большинство сенсорных нейронов униполярные, а мотонейроны – мультиполярные.

Миелиновая оболочка

Скорость прохождения электрического сигнала вдоль аксона увеличивается за счет миелиновой оболочки – слоя жировой изоляции.

Миелиновая оболочка формируется по-разному, в зависимости от местонахождения.

■ В периферической нервной системе (нервы за пределами головного и спинного мозга) миелиновая оболочка продуцируется шванновскими клетками. Они сами оборачиваются вокруг аксона нервной клетки и образуют оболочку из концентрических кругов клеточных мембран.

■ В центральной нервной системе миелиновую оболочку нейронов образуют олигодендроциты, которые могут за один раз покрывать оболочкой более одного аксона нерва.

ВНЕШНИЙ ВИД

Нервные волокна с миелиновыми оболочками выглядят белее, чем волокна без оболочек, имеющие серый оттенок. «Белое вещество» головного мозга состоит из плотных групп нервных волокон с миелиновой оболочкой, тогда как «серое вещество» – из тел нервных клеток и волокон без оболочек.

ФУНКЦИИ

Каждая шванновская клетка находится рядом с другой, но не касается ее. Пространство между клетками, где нет миелина, известно как перехват Ранвье. Когда электрический сигнал поступает к нерву, ему приходится «перепрыгивать» от одного узла к другому, что ускоряет его движение по сравнению с тем, когда миелиновая оболочка отсутствует.

Изоляция периферийного нерва

Слои шванновских клеток

Шванновская клетка
Специализированная нервная поддерживающая клетка, огибающая собой аксон нервной клетки для образования миелиновой оболочки

Миелиновая оболочка
Изолирует аксон, ускоряет передачу нервного импульса; нервные волокна в миелиновой оболочке могут передавать информацию в 150 раз быстрее, чем волокна без оболочки

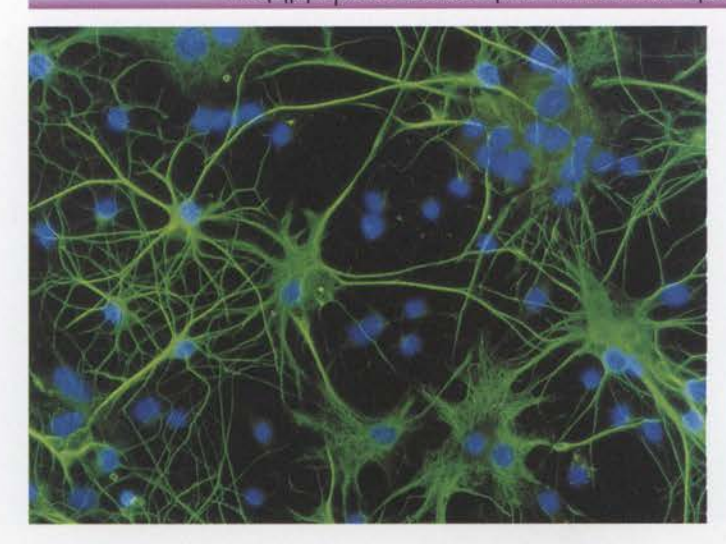
Перехват Ранвье
Пространство между шванновскими клетками, где отсутствует миелин

Клеточная мембрана шванновской клетки
В клеточной мембране особо высокое содержание жирных веществ, которые являются хорошими электроизоляционными материалами

Аксон
Передает нервные импульсы от клеточного тела к принимающей клетке

Изоляция аксона миелиновой оболочкой повышает скорость передачи через него электрического импульса. На рисунке показана типичная структура периферийного нерва

Поддерживающие клетки центральной нервной системы



Астроциты – это клетки ЦНС, имеющие форму звездочек. Их многочисленные ответвления обеспечивают поддержку и питание нейронов

Нейроны окружены нейроглией – группой мелких поддерживающих клеток, составляющих около половины массы центральной нервной системы.

Нейроглиальные клетки превосходят числом нейроны в отношении примерно 10:1 и выполняют различные функции.

■ Астроциты – наиболее многочисленные нейроглиальные клетки; они имеют форму звездочки. Крепят нейроны к источнику кровоснабжения и определяют, какие вещества могут проходить между кровью и мозгом (так называемый гематоэнцефалический барьер).

■ Микроглия – эти мелкие клетки овальной формы специализируются на фагоцитозе любых враждебных микроорганизмов или мертвых тканей.

■ Олигодендроциты – эти клетки продуцируют миелиновую оболочку для нейронов ЦНС.

■ Эпендимные клетки – выстилают наполненные жидкостью желудочки ЦНС, могут иметь различную форму, от плоской до колоннообразной. На поверхности присутствуют похожие на щетки крохотные реснички, движения которых поддерживают циркуляцию цереброспинальной жидкости.

Работа нервных клеток

Нервные клетки вырабатывают нервные импульсы, электрические послания, которые следуют от одного окончания нервной клетки до другого. Эта способность необходима нам для надлежащего взаимодействия с окружающим миром.

Человеческая центральная нервная система содержит, как минимум, 200 млрд нейронов (нервных клеток); в среднем каждый нейрон взаимодействует с тысячами других нервных клеток. Подобная сложность позволяет головному мозгу оценивать огромную сенсорную информацию, получаемую от органов пяти чувств, и соответственно реагировать.

НЕЙРОАНАТОМИЯ

Хотя нервные клетки из различных областей нервной системы могут выглядеть очень по-разному, они все содержат три одинаковых базовых элемента: дендриты, клеточное тело и аксон.

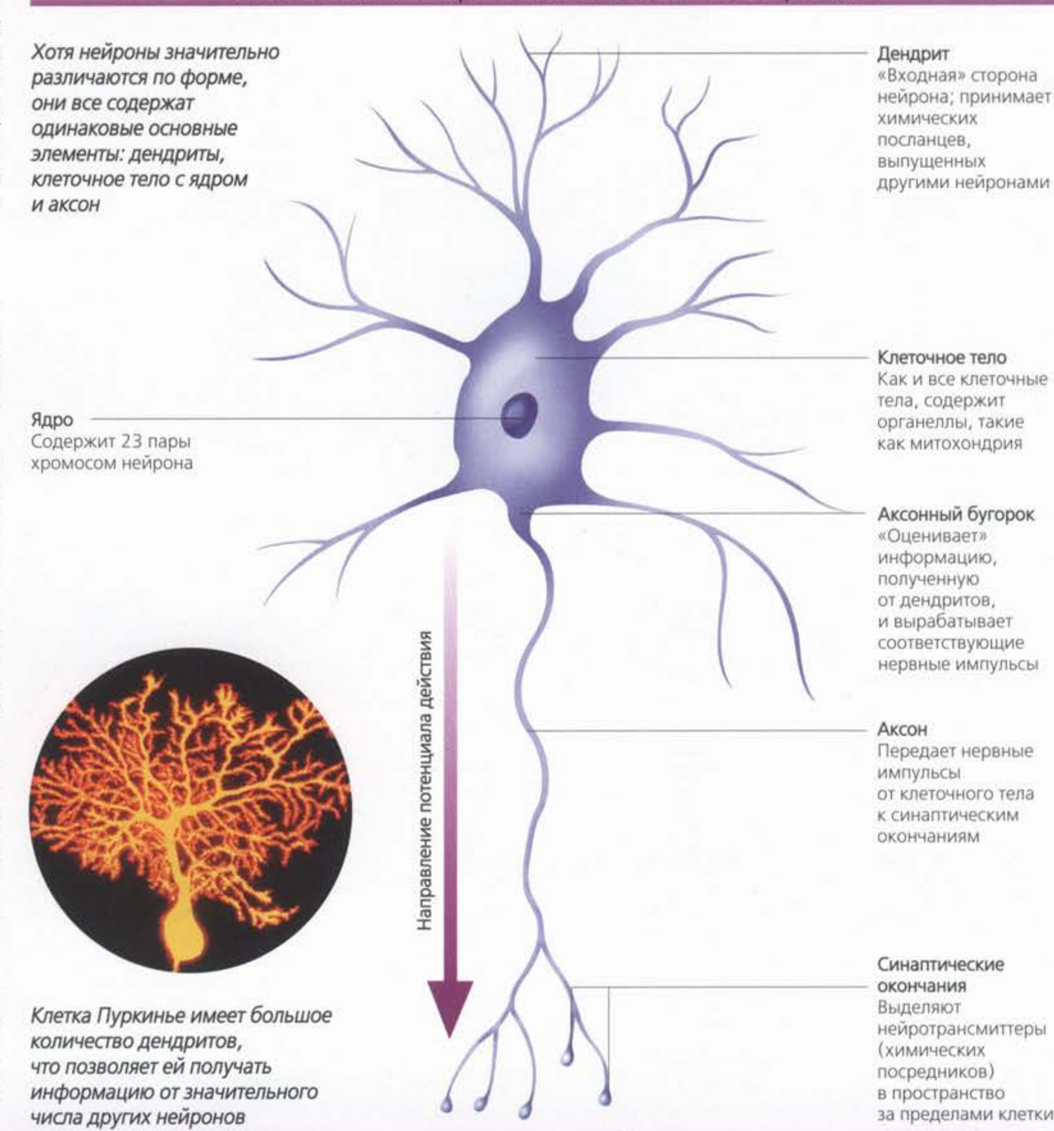
■ Дендриты (от греч. *dendros*, что буквально означает «дерево») представляют собой ветвистые отростки клеточной мембраны, образующие большую поверхность для получения нейротрансмиттеров, испускаемых другими нейронами. Дендриты преобразуют эту химическую информацию в короткие электрические импульсы, затем передающиеся в клеточное тело.

■ Самую крупную часть нейрона составляет клеточное тело, имеющее ядро. Участок клеточного тела, который называется аксонный бугорок, оценивает все короткие нервные импульсы, вырабатываемые многочисленными дендритами, и инициирует соответствующие нервные импульсы.

■ Аксон нейрона передает нервные импульсы от клеточного тела к синаптическим окончаниям, выделяющим нейротрансмиттеры для взаимодействия с другими нейронами.

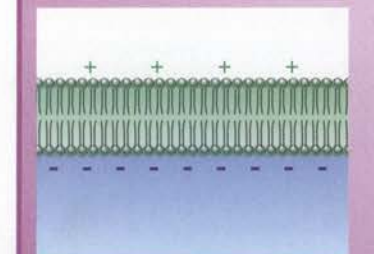
Анатомия нервной клетки (нейрон)

Хотя нейроны значительно различаются по форме, они все содержат одинаковые основные элементы: дендриты, клеточное тело с ядром и аксон



Клетка Пуркинье имеет большое количество дендритов, что позволяет ей получать информацию от значительного числа других нейронов

Чем отличаются нейроны от других клеток тела?



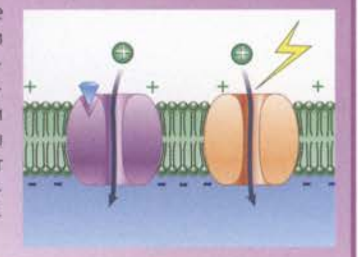
В отличие от нейронов, большинство клеток тела не имеет белковых пор, которые могут открываться и закрываться в ответ на установленный сигнал

Химический состав жидкости внутри клетки (цитозоль) значительно отличается от состава жидкости снаружи клетки (внеклеточная жидкость).

По сравнению с внеклеточной жидкостью в цитозоле меньше положительных зарядов и больше отрицательных; это означает, что внутри клетки чуть более отрицательная среда, чем снаружи. Электрический заряд мембраны называется мембранным потенциалом, и в большинстве клеток его величина – около 70 милливольт (тысячные вольта).

Особенность нейронов заключается в том, что они могут изменять электрический заряд мембраны для выработки нервных импульсов. Это происходит потому, что их клеточная мембрана содержит управляемые белковые поры, позволяющие электрически заряженным ионам (натрия, калия, кальция или хлора) проходить сквозь нее, изменяя таким образом потенциал мембраны нейрона. Другие клетки не имеют таких белковых пор, поэтому потенциал их мембраны остается относительно стабильным.

Нейроны способны генерировать нервные импульсы, так как их мембрана содержит управляемые каналы, реагирующие либо на химические (слева), либо на электрические (справа) сигналы



Как генерируются нервные импульсы

Нейроны генерируют нервные импульсы, изменяя заряд мембраны. Если заряд уменьшается (например, из-за охлаждения), выработка импульсов замедляется.

Нейрон может генерировать потенциал действия только в случае надлежащей стимуляции. Нейротрансмиттеры (химические посредники), выпущенные соседними нейронами, заставляют открываться рецепторные белки в дендритной мембране. Это позволяет положительным ионам натрия поступать в дендрит, от чего потенциал мембраны становится чуть менее отрицательным.

«ЗАВЕРШЕНИЕ» ПОТЕНЦИАЛА ДЕЙСТВИЯ

Если достаточное количество ионов натрия поступает в нейрон и повышает электрический потенциал мембраны до значения «порогового потенциала», открываются другие белковые поры, управляемые напряжением, что позволяет даже более положительным ионам натрия входить в нейрон.

Электроэнцефалограмма (ЭЭГ) регистрирует электрические поля, созданные миллиардами потенциалов действия, которые мозг генерирует каждую секунду

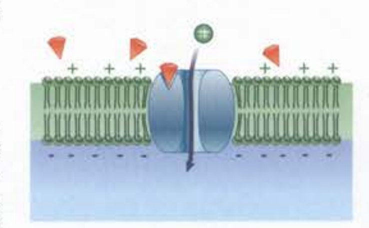


Потенциалы действия не градируются по амплитуде (то есть не варьируются по «силе»). Когда достигается пороговый потенциал, мембранный потенциал внезапно «взлетает» до максимума.

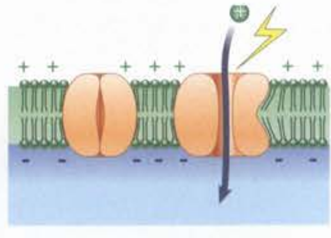
По аналогии: чтобы спустить воду в туалете, необходимо приложить определенное давление к ручке, открывающей клапан, связанный со сливным бачком. Однако когда вода начинает течь, опустошение сливного бачка остановить уже невозможно.

ВОССТАНОВЛЕНИЕ ПОТЕНЦИАЛА ДЕЙСТВИЯ

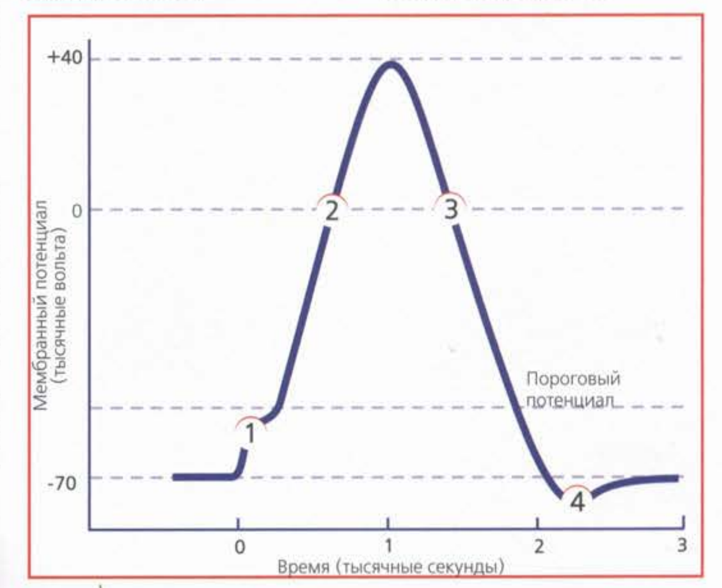
Когда мембранный потенциал достигает максимального уровня, натриевые каналы закрываются, и другие каналы, пропускающие положительные ионы калия, открываются в ответ на высокий мембранный потенциал (калиевые каналы открываются только в ответ на высокое напряжение). Положительные ионы калия выходят из клетки, возвращая мембранный потенциал назад к установленному значению.

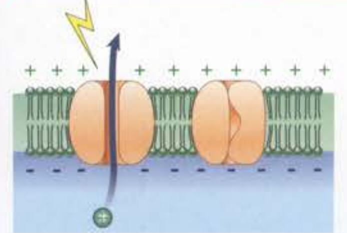


1 *Нейротрансмиттеры открывают натриевые каналы в дендритной мембране, позволяя ионам натрия проникать в клетку*

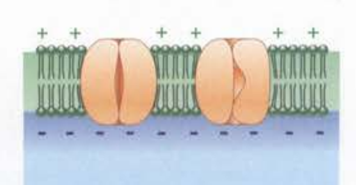


2 *Когда напряжение достигает порогового значения, управляемые напряжением натриевые каналы открываются, увеличивая доступ ионов*





3 *Натриевые каналы закрываются, а калиевые каналы открываются, позволяя положительным ионам калия покидать клетку*



4 *И натриевые, и калиевые каналы неактивированы, в этот момент нейрон находится в состоянии покоя, и потенциалов действия нет*

Скорость нервных импульсов

Каждый аксон посылает нервные импульсы с постоянной скоростью. Однако существует достаточно широкий спектр изменения скорости, при которой различные аксоны проводят потенциалы действия.

ДИАМЕТР НЕРВА

Например, скорость проводимости может варьироваться в интервале 0,5–120 м в секунду. Скорость зависит от диаметра нерва (у нервов с большим диаметром проводимость больше), а также от степени изоляции нерва; скорость проводимости возрастает у тех нервных волокон, которые заключены в жирное изолирующее вещество, называющееся миелин.

ВОЗДЕЙСТВИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ

Более того, скорость передачи нервных импульсов меняется в зависимости от температуры. Например, охлаждение вывихнутой лодыжки с помощью пакета со льдом приглушает боль, поскольку уменьшает количество потенциалов действия вдоль нерва.

Помещение пакета со льдом на распухшую лодыжку облегчает боль за счет замедления передачи нервных импульсов



Как взаимодействуют нервные клетки

Нервные клетки взаимодействуют друг с другом путем выделения химических посредников, которые называются нейротрансмиттеры. И лекарственные средства, и наркотики оказывают действие, изменяя воздействие этих молекул-посредников.

Нервные клетки не имеют прямого контакта друг с другом. Между ними имеется очень маленькое пространство, которое называется синаптической щелью и отделяет нервную клетку, посылающую информацию (пресинаптический нейрон) от нейрона, получающего информацию (постсинаптический нейрон).

Наличие этой щели означает, что электрический нервный импульс не может проходить напрямую из одного нейрона в другой. Когда нервный импульс достигает синаптических окончаний, резкое изменение напряжения вызывает проникновение ионов кальция в пресинаптическую клетку.

Здесь показан пресинаптический нейрон (слева), содержащий везикулы (синие), в синаптическом контакте с постсинаптическим нейроном (справа)



ВЫХОД НЕЙРОТРАНСМИТТЕРОВ

Ионы кальция заставляют везикулы (небольшие пузырьки, содержащие нейротрансмиттеры) продвигаться вперед, достигать мембраны пресинаптической клетки и выпускать свое содержимое в синаптическую щель.

Молекулы нейротрансмиттера рассеиваются в постсинаптической клетке и активируют рецепторные белки, находящиеся в ее мембране. Это может иметь эффект либо возбуждения, либо торможения постсинаптической клетки (в зависимости от нейротрансмиттера и связанного с ним рецептора), увеличивая или уменьшая, соответственно, вероятность генерирования потенциала действия.

1 Изменение напряжения в мембране вызывает приток ионов кальция

Везикулы, содержащие молекулы нейротрансмиттера

Синаптическая щель

Пресинаптический нейрон

2 Ионы кальция побуждают везикулы выпускать нейротрансмиттеры

3 Нейротрансмиттер открывает поры и либо возбуждает, либо тормозит постсинаптический нейрон

Постсинаптический нейрон

Нейротрансмиттеры рассеиваются по синаптической щели и связываются с рецепторами постсинаптической мембраны

Нервный контроль мышцы

Некоторые нервы отходят от спинного мозга и обслуживают мышцы. Когда нервный импульс достигает «нервно-мышечного соединения», он побуждает нейротрансмиттер ацетилхолин выйти из нервных окончаний.

Ацетилхолин рассеивается по синаптической щели и связывается с рецепторами мышечной ткани. Это инициирует сокращение мышечных волокон.

Подобным образом центральная нервная система осуществляет контроль за тем, какая мышца сокращается в данный момент. Это необходимо при сложных движениях, например при ходьбе.

На микрофотографии – нервно-мышечное соединение. Видно, как нерв (черный) иннервирует розовую мышцу



Действие нейротрансмиттера

После того как нейротрансмиттер связан и активирован его рецептором на постсинаптической мембране, он быстро открепляется и либо разрушается ферментами, присутствующими в синаптической щели, либо поступает в пресинаптический терминал, где «упаковывается» в другой везикул. Это обеспечивает кратковременное воздействие нейротрансмиттера на молекулу рецептора.

Некоторые наркотики, такие как кокаин, а также некоторые лекарственные средства предотвращают реабсорбцию нейротрансмиттера (в случае с кокаином это допамин); это продлевает время, которое нейротрансмиттер может активировать рецепторы в постсинаптической мембране, что приводит к сильному стимулирующему эффекту.



Кокаин замедляет поглощение нейротрансмиттера допамина. Это позволяет молекулам допамина более продолжительное время активировать свои рецепторы

Информация в мозге

Мозг представляет собой невероятно сложную структуру; каждый из его нейронов связан с тысячами других нейронов, присутствующих в нервной системе.

Так как нервные импульсы не изменяются по мощи, информация кодируется с частотой нервных импульсов (то есть это число потенциалов действия, генерируемых нейроном в секунду), что аналогично коду азбуки Морзе.

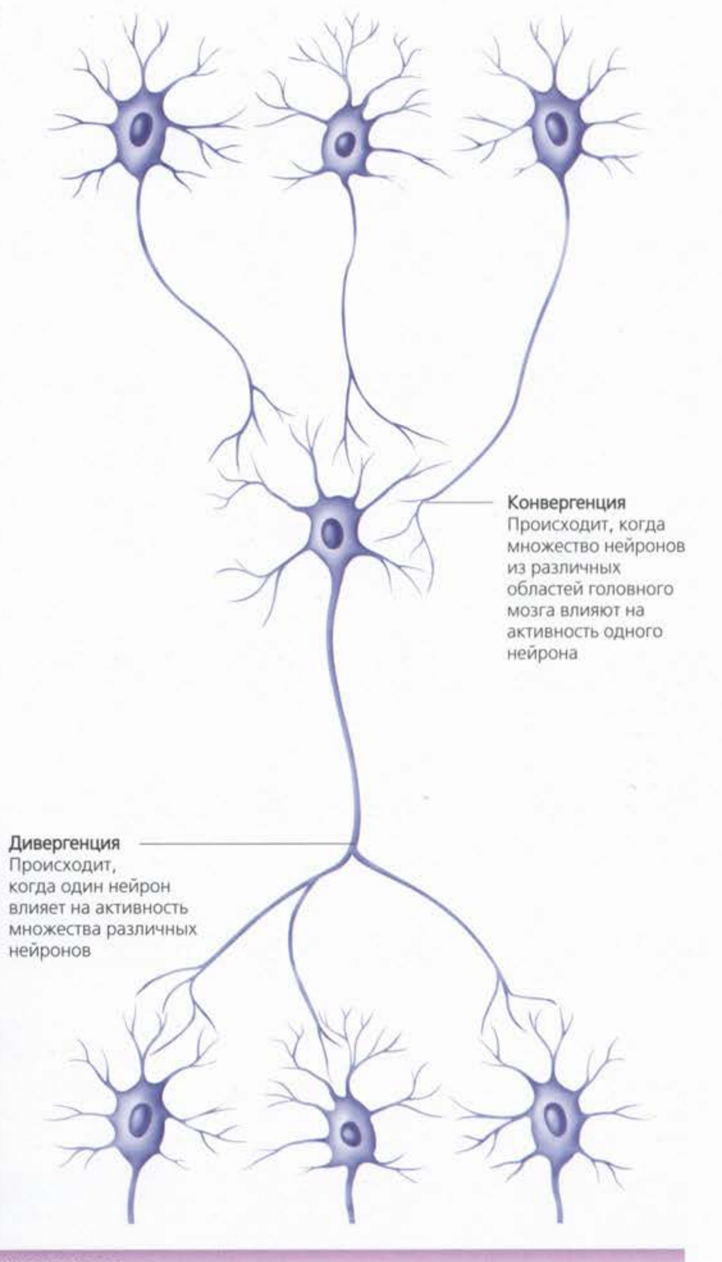
Одной из серьезных проблем, с которой сегодня сталкиваются нейробиологи, это понимание того, каким образом работает эта относительно простая система кодирования; например, эмоциональные ощущения, которые мы испытываем при смерти друга или родственника, или же способность бросить мяч с такой точностью, что он попадает в цель на расстоянии 20 метров.

В этом отношении ясно, что информация не передается от нейрона к нейрону в линейной последовательности. Вероятно, что один нейрон получает синаптические входы от многих других нейронов (конвергенция) и способен влиять на большое количество (до 100 000) других нейронов (дивергенция).

Подсчитано, что количество возможных маршрутов нервных импульсов в обширной нервной сети больше, чем число элементарных частиц во всей Вселенной!

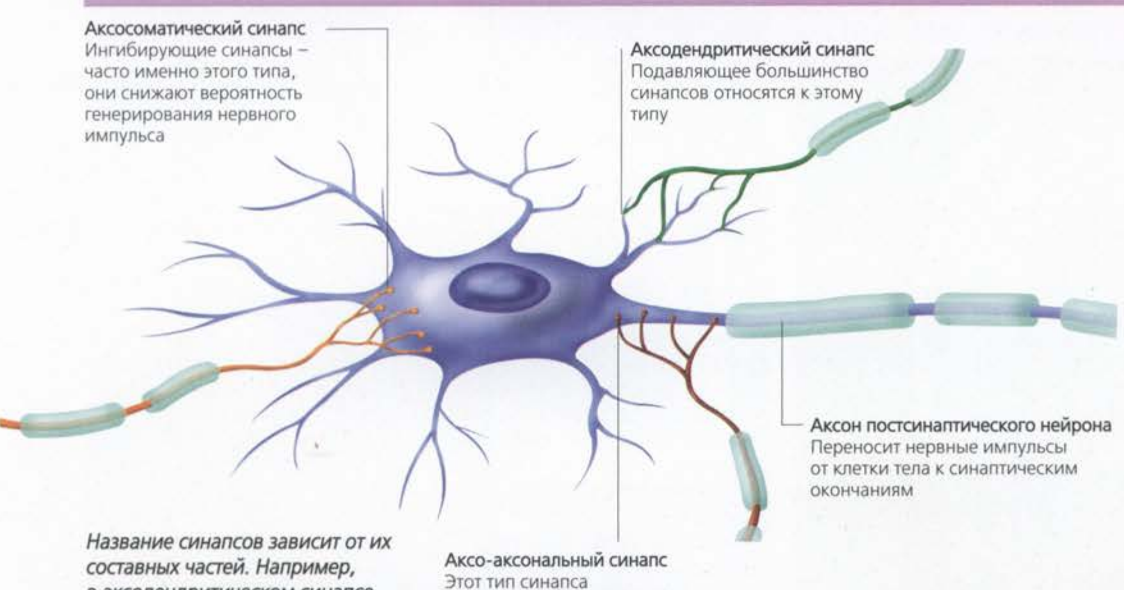
Под сканирующим электронным микроскопом видно множество пресинаптических нейронов (синие), контактирующих с постсинаптическими (оранжевые)





Информация передается не линейно. Таким образом, один нейрон может влиять и сам подвергаться влиянию тысяч подобных клеток

Типы синапсов



Название синапсов зависит от их составных частей. Например, в аксодендритическом синапсе аксон осуществляет синаптический контакт с дендритом

Существуют два основных типа синапсов: тот, который возбуждает постсинаптический нейрон, и тот, что замедляет его (в большой степени это зависит от вида выделяемого нейротрансмиттера). Нейрон вырабатывает нервный импульс только тогда, когда возбуждающие входы преобладают над запрещающими.

СИЛА СИНАПСОВ

Каждый нейрон получает большое количество как возбуждающих, так и запрещающих входов. Каждый из синапсов будет иметь больший или меньший эффект при определении того, будет ли инициирован потенциал действия.

Например, синапсы, обладающие наиболее сильным эффектом, – это обычно те, которые находятся близко с инициирующей нервные импульсы зоной с в клетке тела (сома).

Роль воды

Человек не может жить без воды, так как она необходима для гидратации и других процессов, происходящих в теле, а также является важным источником минералов. Если человек потребляет недостаточное количество воды, может наступить обезвоживание.

Из всех видов питательных веществ вода наиболее важна. Человек может прожить без пищи до нескольких недель, но без воды он умрет через несколько дней.

Причина этого заключается в том, что очень большой процент массы тела на самом деле состоит из воды. Большинство клеток тела примерно на 80% состоят из воды, а в плазме (жидкий компонент крови) воды 92%.

ИСТОЧНИКИ ВОДЫ

Очень важно, чтобы тело получало необходимое количество воды. В большинстве продуктов питания присутствует вода; в мясе воды от 40 до 75%, а в овощах даже до 95%. Удивительно, но даже сухие продукты, такие как хлеб и крупы, могут содержать до 30% воды.

Важно, чтобы каждый прием пищи сопровождался регулярным употреблением воды, тогда в теле будет поддерживаться оптимальный уровень гидратации. Человек должен ежедневно выпивать около 2 л (8–10 стаканов) воды.

ВИД ЖИДКОСТИ

К сожалению, большинство людей пьют недостаточно жидкости, а если и пьют много, то не тот вид жидкости.

Для многих людей основное потребление жидкости связано с такими напитками, как чай, кофе или газированные прохладительные напитки, содержащие колу или различные искусственные вещества и добавки, аналогичные ей по химическому действию. Несмотря на тот факт, что эти жидкости действительно содержат воду, они также содержат кофеин – диуретик, – который на самом деле лишает тело ценной воды, увеличивая выработку мочи. Напитки, содержащие алкоголь, тоже способствуют обезвоживанию.



Вода необходима для жизнедеятельности, так как она составляет значительную часть массы тела. В идеальном варианте люди должны ежедневно выпивать около 2 л воды

Достоинства воды

На достоинства воды часто не обращают внимания, и это несмотря на тот факт, что недостаток воды может серьезно сказаться на здоровье. Вода не только утоляет жажду, она необходима для ряда процессов, происходящих в теле: вода помогает поддерживать температуру тела, выполняет роль смазки, обеспечивает возникновение различных химических реакций и служит средой смешивания.

ТЕМПЕРАТУРА ТЕЛА

Вода обладает высокой удельной теплоемкостью. Это означает, что для повышения своей температуры она вбирает относительно большое количество энергии. Соответственно, вода внутри тела помогает ему противостоять большим перепадам температуры. Кроме того, вода в теле помогает ему охлаждаться при высоких температурах или при физических нагрузках. Это происходит за счет испарения воды в виде пота.

ЗАЩИТА

Вода, действуя как смазка, предотвращает трения внутри тела. Например, слезы, вырабатываемые слезными железами, не позволяют веку натирать поверхность глаза. Вода также образует прослойку в суставах и между органами и защищает их от травм. Например, цереброспинальная жидкость окружает мозг, оберегая его.

ХИМИЧЕСКИЕ РЕАКЦИИ

Химические реакции, протекающие в теле, не могут проходить без воды. Это происходит потому, что молекулы, прежде чем они смогут вступить в реакцию, должны раствориться в воде для образования ионов (электрически заряженные атомы). Например, когда хлорид натрия растворен в воде, он расщепляется, и образуются отдельно ионы натрия и хлора, которые затем могут свободно вступать в реакцию с другими ионами.

Кроме того, клеточные мембраны используют воду для продвижения ферментов в клетки и из клеток. Ферменты необходимы для функционирования клеток, поэтому без достаточного количества воды их движение невозможно.

Цереброспинальная жидкость окружает головной и спинной мозг. Она оберегает мозг от контакта с черепом при резких движениях головы

СРЕДА ДЛЯ СМЕШИВАНИЯ

Вода смешивается с другими веществами и образует растворы (например, при растворении хлорида натрия в воде образуется пот), суспензии (например, красные кровяные клетки в плазме), или коллоиды (жидкости, содержащие нерастворенные материалы, которые не выходят из жидкости, например вода и белок внутри клетки).

Способность воды смешиваться с другими веществами позволяет ей выполнять роль эффективной среды для транспортировки питательных веществ, газов и отходов с помощью таких жидкостей организма, как плазма.

Потеря воды

Несколько регулирующих механизмов обеспечивают надлежащий уровень содержания воды в теле (гомеостаз). Этот баланс могу нарушать экстремальные температуры или болезни, а чрезмерная потеря воды чревата обезвоживанием организма.

ТРИ ПУТИ

Потеря воды происходит тремя основными путями.

■ Потоотделение – потеря жидкости через пот зависит от температуры окружающей среды, влажности и интенсивности физической нагрузки.

Количество пота, теряемое человеком в спокойном состоянии при прохладной температуре, ничтожно. А при физических нагрузках и высоких температурах или же во время лихорадочного состояния количество воды, теряемой через пот, значительно увеличивается. Например, человек, работающий жарким летом на улице, может терять через пот до 5 л воды.

■ Мочеиспускание – количество поглощаемой жидкости обычно превышает потребности тела; излишки выводятся почками в виде мочи. Медицинские препараты, вызывающие усиленное мочеиспускание, могут привести к обезвоживанию организма.

■ Дефекация – лишь небольшое количество жидкости теряется за счет дефекации, так как ободочная кишка повторно поглощает воду. Однако это не относится к диарее. Диарея возникает, когда усиленные волны движений в кишечном тракте заставляют фекальный материал проходить через ободочную кишку настолько быстро, что реабсорбции воды не происходит. В результате организмом теряется большое количество жидкости.



В развивающихся странах людей учат предотвращать обезвоживание приемом солей

ОБЕЗВОЖИВАНИЕ

Потеря телом жидкостей может вызвать обезвоживание организма, которое следует немедленно лечить, поскольку оно потенциально смертельно. Молодые и пожилые люди (чувство жажды ослабевает к старости) наиболее подвержены риску возникновения обезвоживания организма.

Симптомы обезвоживания включают повышенную температуру тела, усталость, тошноту, необычайную жажду, выделение небольшого количества темной мочи, головную боль и помрачнение сознания.

Серьезным обезвоживание считается, когда потеря жидкости составляет более 1% от массы тела. Например, если вес человека 70 кг, то потеря 700 г жидкости будет считаться серьезным обезвоживанием. При обезвоживании у людей может понижаться давление, возникать помутнение сознания, судороги рук, ног, живота и спины, конвульсии, нарушение сердечного ритма и учащение дыхания, кожа теряет эластичность.

Обезвоживание лечится восполнением потерь жидкостей, а также солей, содержащихся в них. При легкой степени обезвоживания это достигается за счет приема внутрь солей (порошок, смешанный с водой). При серьезном обезвоживании для быстрого восстановления уровня содержания жидкости требуется внутривенное введение солевого раствора.

К сожалению, в развивающихся странах, где запасы чистой воды ограничены, ее доставка в значительной степени затруднена, а лечение в стационаре для большинства населения не всегда доступно, многие люди ежедневно умирают от обезвоживания.

Механизм жажды

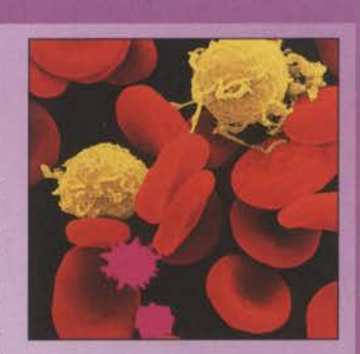


Когда центр жажды в гипоталамусе стимулируется, он активирует жажду. Если выпить воды, проблема решается

Телу требуется постоянное поддержание водного баланса. Потери воды, главным образом за счет потоотделения и мочеиспускания, должны возмещаться. Чрезмерная жара или физические нагрузки, употребление диуретиков или диета с повышенным содержанием соли может привести к стремительной потере воды.

Поддержание баланса

Тело постоянно следит за уровнем содержания воды, проверяя объем и концентрацию крови. Если объем крови уменьшается и/или концентрация повышается, требуется сохранение воды и ее дополнительный прием. Контроль осуществляется гипоталамусом мозга.



Уровень воды в теле влияет на объем и концентрацию крови. Если эти показатели требуют коррекции, мозг активирует ощущение жажды

Гипоталамус посылает «указания» почкам уменьшить количество вырабатываемой мочи, а специальный центр жажды инициирует ощущение жажды, вызывая у человека желание пить. Ощущение жажды также активирует сухость во рту.

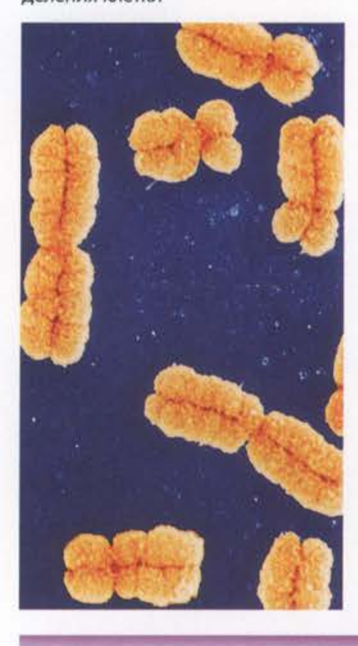
Как работает ДНК

ДНК – это генетический материал всех организмов, находящийся в ядрах каждой клетки. Открытие ее химической структуры произвело революцию в биологии и в нашем понимании человеческой генетики.

Химические свойства ДНК (дезоксирибонуклеиновая кислота) позволяют ей выполнять две очень важные функции.

- Она снабжает клетки тела «рецептами», необходимыми для формирования белков из 20 незаменимых аминокислот.
- Способна копировать себя, создавая тем самым средства, с помощью которых белковые «рецепты» могут передаваться от одного поколения к следующему; это означает, что цвет глаз или черты лица могут передаваться от родителей к детям.

В человеческой ДНК упаковано 23 пары хромосом. Эти Х-образные структуры дублируются во время деления клетки



ХРОМОСОМЫ

Подавляющее большинство человеческой ДНК упаковано в 23 пары хромосом, хранящихся в ядре клетки; один набор из 23 хромосом наследуется от отца, а другой набор – от матери.

Исключение из этого правила составляют сперматозоиды и яйцеклетки, содержащие только один набор из 23 хромосом; и красные кровяные клетки, в которых хромосом нет вовсе.

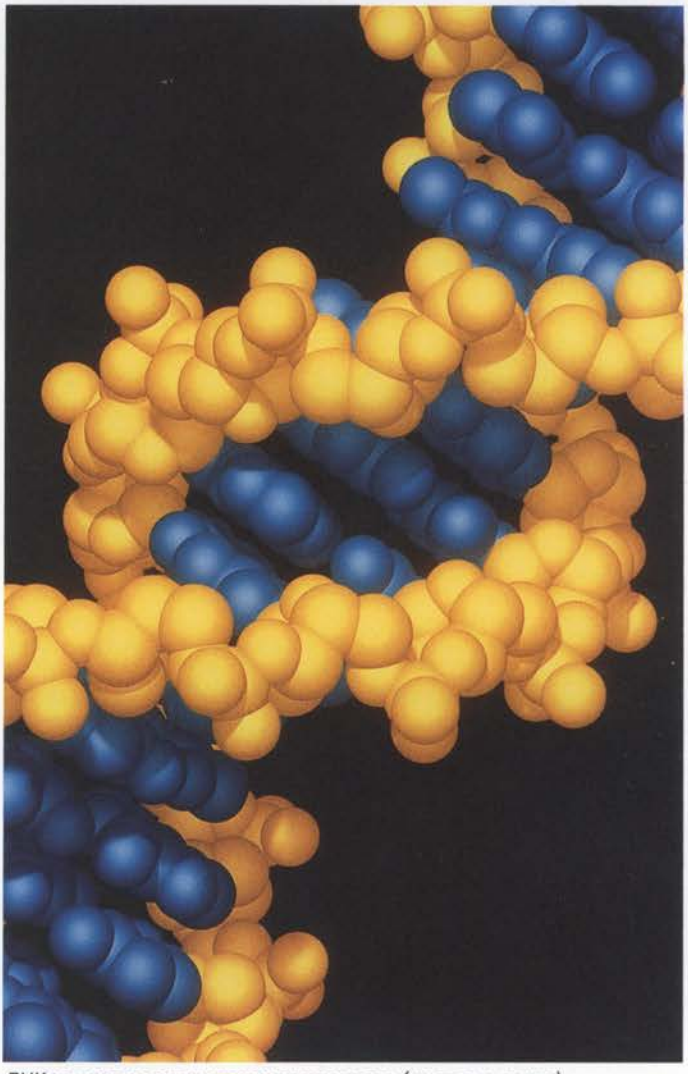
ГЕНЫ

Полезная ДНК (в отличие от так называемой «бесполезной» ДНК – см. ниже) упакована в хромосомах в то, что известно как гены, которых, по подсчетам, в человеческом теле около 100 000. Каждый из генов предоставляет «рецепт», советующий клетке, как ей вырабатывать специфический белок.

Однако, поскольку каждая из клеток тела содержит копию «рецепта» каждого белка, не все эти рецепты активируются. Это как раз то, что отличает клетку сердца от, к примеру, клетки печени – каждая продуцирует собственный набор белков.

«БЕСПОЛЕЗНАЯ» ДНК

Большая часть ДНК – это так называемая «бесполезная» ДНК, присутствующая в человеческом организме для пока неизвестных науке целей. Большое количество этой ДНК унаследовано от далеких предков и их паразитов, существовавших во время зарождения жизни на земле, около миллиарда лет назад.



ДНК состоит из двух цепочек нуклеотидов (желтые и синие), переплетающихся в спиральной манере (называется «двойная спираль»)

Мутации в ДНК



Если набор инструкций (каковым является последовательность ДНК) по выработке специфического белка изменяется даже малейшим образом, происходит мутация; в результате может сформироваться дефектный белок, либо он вообще не формируется.

Последствием изменений ДНК могут быть очень серьезные заболевания; например, поликистоз легких является результатом мутации всего в одной точке одной из молекул ДНК.

При врожденном поликистозе легких измененный ген вырабатывает дефектный белок. Из-за этого легкие засоряются слизью

Мутации не всегда вредоносны, и могут возникать спонтанно на протяжении всей жизни. Однако определенные химические вещества увеличивают частоту мутаций, примером чего могут служить дефолианты, использовавшиеся во вьетнамской войне. Воздействие радиации и ионизированное излучение тоже обладают мутирующим эффектом. Если мутации учащаются, вероятность их вредоносности возрастает, поэтому эти вещества опасны для людей.

Структура ДНК

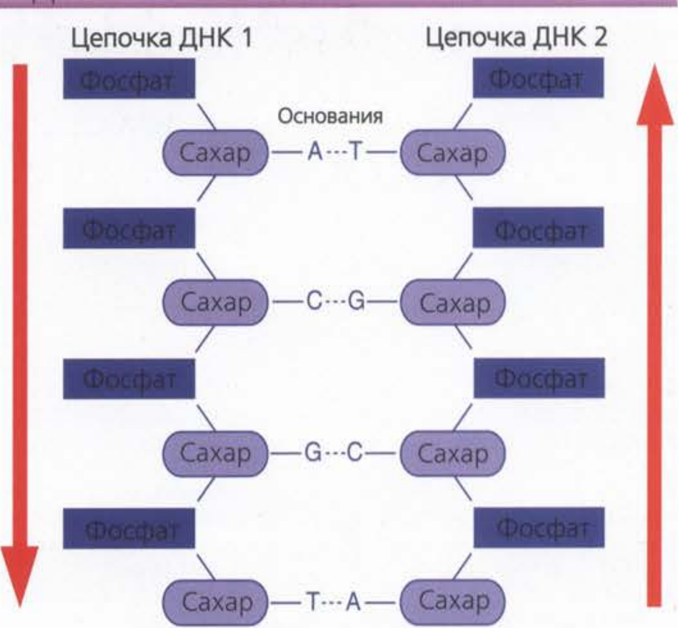
Способность ДНК копировать себя является прямым результатом ее химической структуры. Молекула ДНК состоит из двух переплетенных цепочек нуклеотидов, являющихся точным зеркальным отражением друг друга и проходящих в противоположных направлениях.

Каждая из этих двух цепочек состоит из сахаро-фосфатного «костяка», к которому прикреплены специализированные молекулы, называющиеся основаниями. Эти основания следующие: аденин, гуанин, цитозин и тимин (сокращенно обозначаются буквами А, Г, Ц и Т). Особые свойства ДНК придает то, что эти четыре основания взаимодействуют только в следующих парных сочетаниях: А с Т и Г с Ц. Таким образом, цепочка ДНК с последовательностью «ТГАТЦГ» будет связываться только с комплиментарной цепочкой с последовательностью «АЦТАГЦ».

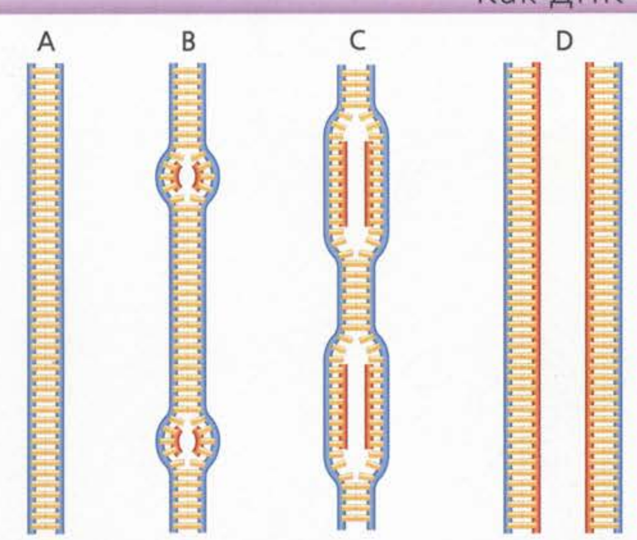
Джеймс Уотсон и Фрэнсис Крик были награждены Нобелевской премией за вклад в расшифровку структуры ДНК



ДНК состоит из двух цепочек, проходящих в противоположных направлениях. Цепочки соединены основаниями



Как ДНК копирует себя



ДНК копирует себя в процессе репликации. Сначала оригинальная двойная спираль «родительской» ДНК раскручивается, разделяя и раскрывая пары оснований. Так как каждое основание соединяется с одним из трех других (например, А с Т, но не с Г или Ц), комплиментарная цепочка может быть затем построена на каждой из «родительских» цепочек. Итак одна двойная спираль ДНК становится двумя одинаковыми двойными спиралями.

ДНК (А) одновременно разворачивается в нескольких точках (В). Новая цепочка (красная) строится на каждой родительской цепочке (В и С)

Две цепочки молекулы ДНК отделяются друг от друга, и на каждой из них строится новая цепочка. Таким образом, из оригинала получаются две одинаковые цепочки



ДНК как сборник рецептов для белков

Во многих отношениях ДНК похожа на английский язык; однако, в отличие от английского языка у ДНК всего лишь 64 трехбуквенных «слова», которые можно составить, используя четыре буквы: А, Г, Ц и Т. Генетики называют эти «слова» кодонами, так как каждое является кодом для специфической аминокислоты, строительных блоков белков.

Белки состоят из рибосом и лежат в цитоплазме. Однако, так как ДНК не может покидать ядро, сначала одна цепочка ДНК «записывается» на молекулу однонитиевого посредника со структурой, очень похожей на цепочку ДНК, который называется информационной РНК и может проходить сквозь оболочку ядра. Затем информационная РНК «переводится» для рибосом в цитоплазме, чтобы нужные аминокислоты соединялись вместе в надлежащем порядке.

Белки формируются из аминокислот в соответствии с шаблоном, скопированным с ДНК. Этот процесс происходит в субклеточных структурах, которые называются рибосомами и находятся внутри клетки

1 Аминокислота
Доставляется к рибосомам «несущей молекулой»

2 Белок формируется из аминокислот
Аминокислоты добавляются к цепочке белка по одной за раз

Рибосома
«Фабрика» по формированию белка

3 Аминокислота (несущая молекула)
Покидает рибосому после доставки аминокислоты

Несущая молекула

Информационная РНК
Копируется с ДНК и затем выходит из ядра

Направление движения рибосомы

Кодон

Как наши гены могут влиять на нас

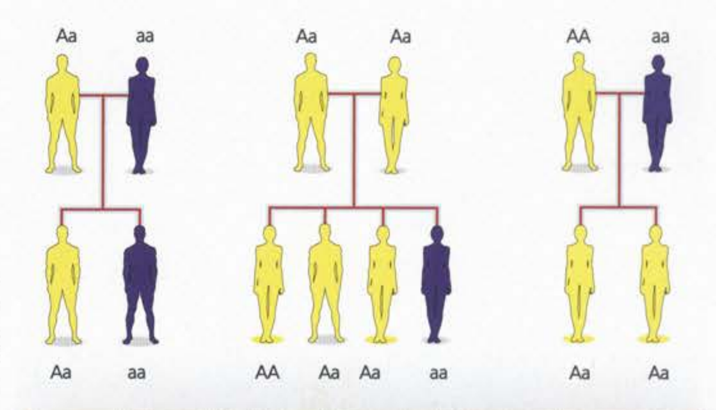
Повреждение ген не всегда приводит к заболеванию. Вполне нормальные люди могут иметь анормальные гены. О своей проблеме такие люди обычно узнают, когда у них рождаются больные дети.

Наблюдаемые характеристики человека называются фенотипом. Это могут быть болезнь, группа крови, цвет глаз, форма носа и другие подобные признаки. Генетическая информация, лежащая в основе фенотипа, известна как генотип.

Локус гена – это то место на хромосоме, где находится ген, отвечающий за определенный признак. Различные формы гена, которые могут быть представлены в локусе, называются аллелями. Если имеются два аллеля – «А» и «а» в определенном локусе, то могут образовываться три генотипа: «АА», «Аа» и «аа». «Аа» известен как гетерозигота, а «аа» и «АА» – как гомозиготы.

Если аллель «А» доминантный, он будет подавлять воздействия рецессивного аллеля «а» и продуцировать узнаваемый фенотип у гетерозиготной (Аа) личности. А рецессивные аллели продуцируют узнаваемый фенотип только у гомозиготной личности (аа).

Если оба аллеля узнаваемы в гетерозиготном состоянии (Аа), они считаются кодоминантными. Группы крови АВО являются примером воздействия кодоминантных аллелей.



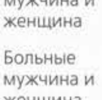
Здесь родители имеют доминантный «А» и рецессивный аллель «а». Если «А» представляет фенотип с карими глазами, а «а» – с голубыми, то только генотип «аа» будет иметь голубые глаза. В другом случае доминантный аллель «А» диктует вид фенотипа

Аутосомно-доминантные заболевания

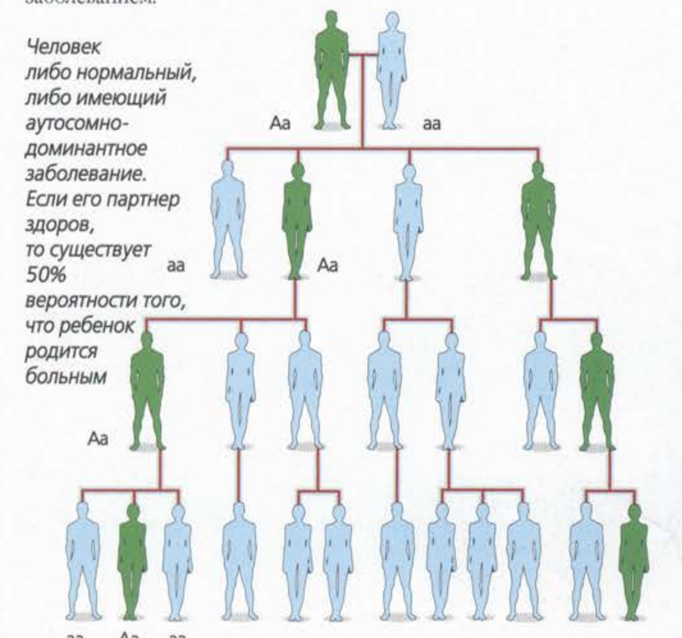
У людей (мужчин и женщин), имеющих доминантный аномальный ген, существует 50% вероятности того, что у них родится больной ребенок от нормального партнера. Заболевают только люди, наследующие копию этого гена. Ахондроплазия (карликовый рост) является аутосомно-доминантным заболеванием.

Условные обозначения

Здоровые мужчина и женщина



Больные мужчина и женщина

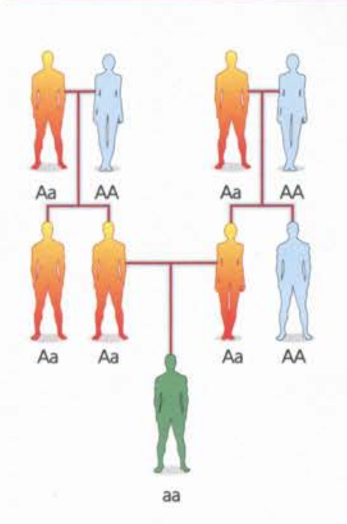


Человек либо нормальный, либо имеющий аутосомно-доминантное заболевание. Если его партнер здоров, то существует 50% вероятности того, что ребенок родится больным



Ахондроплазия (изображена здесь) является результатом наследования аномального гена либо от матери, либо от отца

Аутосомно-рецессивные заболевания



Здоровые люди обоих полов могут быть носителями заболеваний. Когда у двух носителей (Аа; гетерозиготы) появляется ребенок, степень риска того, что ребенок окажется больным, составляет 25%. Примером аутосомно-рецессивного заболевания является серповидно-клеточная анемия, чаще поражающая африканцев.





Серповидно-клеточная анемия воздействует на гемоглобин, в результате чего красные кровяные клетки приобретают серповидную форму. Болезнь возникает при наследовании от обоих родителей серповидно-клеточного гена

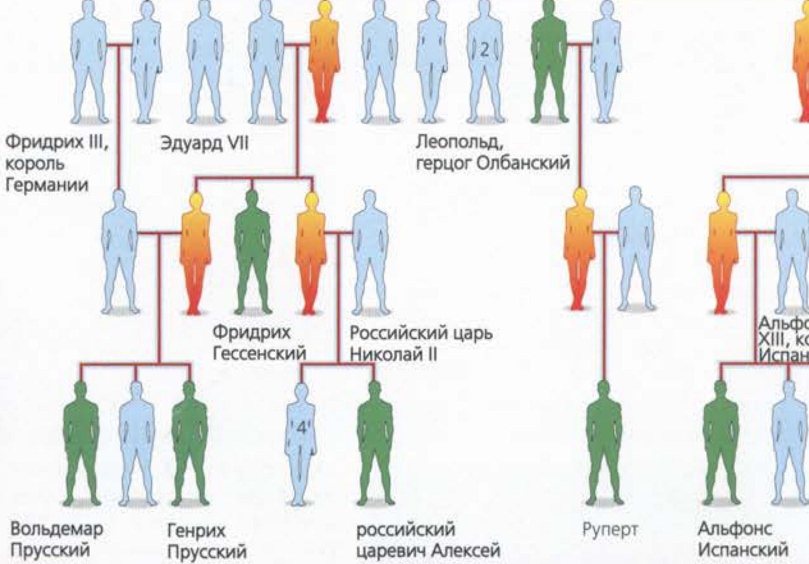
Заболевания, связанные с полом

При таких заболеваниях аномальные признаки переносят половые хромосомы (X и Y). У мужчин только одна X-хромосома, поэтому все дочери наследуют отцовскую X-хромосому. Они также наследуют одну из двух X-хромосом матери. Сын наследует отцовскую Y-хромосому и одну из двух материнских хромосом.

Если одна из двух материнских X-хромосом содержит болезнетворный ген, то эта хромосома является «переносчиком». Половина сыновей, рожденных женщинами-переносчиками, могут заболеть. А половина дочерей сами окажутся переносчиками. Мужчины заболевают потому, что у них только одна X-хромосома, а женщины не заболевают потому, что у них две X-хромосомы. Заболевшие мужчины могли унаследовать аномальный ген только по женской линии.

Хорошо известным примером заболевания, связанного с X-хромосомой, является гемофилия, поразившая семью королевы Виктории. Облысение тоже может быть связано с X-хромосомой. Признаки, связанные с Y-хромосомой, включают гены, определяющие пол и мужское развитие. Возможна передача от отца к сыну только признаков, связанных с Y-хромосомой, так как Y-хромосома наследуется только сыновьями в отличие от X-хромосомы.

Это семейное дерево отображает связанную с полом рецессивную наследственную гемофилию в царственных семействах Европы. Все больные могут проследить наследственность заболевания от XIX в. и королевы Виктории, которая являлась переносчиком болезни. Сегодняшняя королевская семья здорова, так как ведет свой род от здорового человека (сына Виктории, короля Эдуарда VII)



Связанная с полом мышечная дистрофия – пример серьезного рецессивного заболевания, связанного с X-хромосомой. Оно характерно прогрессирующей мышечной слабостью

Спорадические мутации

Во время обычного процесса копирования ДНК могут возникать ошибки. Они известны как новые мутации. Лишь некоторые мутации происходят в областях ДНК, что приводит к изменению фенотипа. Большинство же мутаций происходят в областях, не связанных с функцией гена.

Ахондроплазия (карликовый рост) возникала в некоторых семьях в результате новых мутаций. Затем мутация продолжалась и наследовалась следующими поколениями уже в аутосомно-доминантной форме.



Ахондроплазия, возникающая как новая мутация, передается по наследству следующим поколениям в аутосомно-доминантной форме. То есть если один из родителей болен, то вероятность заболевания ребенка составляет 50%

Как мы пахнем

Ноздри доставляют воздух к специализированным клеткам, расположенным сразу под фронтальной частью черепа. Эти клетки способны определять тысячи различных запахов при очень низких концентрациях.

Наше обоняние во многих отношениях схоже с чувством вкуса. И вкус, и обоняние зависят от способности специализированных клеток определять и реагировать на присутствие множества химических веществ.

Обонятельные рецепторы в носу «преобразуют» химические сигналы в электрические, которые поступают по нервным волокнам в головной мозг.

ОБОНЯТЕЛЬНЫЕ РЕЦЕПТОРЫ

Запахи поступают в нос, когда мы вдыхаем, и распространяются по слизистой поверхности носовой полости. Слизь, действуя как растворитель, «улавливает» газообразные молекулы запаха. Постоянно повторяясь, это обеспечивает доступ молекулам запаха при каждом вдохе к обонятельным рецепторам.

Небольшая бляшка слизистой мембраны, расположенная на своде придаточных пазух, сразу под основанием головного мозга, содержит около 40 млн клеток. Это специализированные нервные клетки, реагирующие на запахи при концентрации несколько частей на триллион. На кончике каждой обонятельной клетки до 20 «волосков», известных как реснички и плавающих в носовой слизи; они значительно увеличивают поверхностную площадь клетки, повышая тем самым ее способность улавливать химические вещества.

Когда молекулы запаха связываются с белками рецептора на поверхности обонятельной клетки, они инициируют серии нервных импульсов. Эти импульсы проходят по аксону клетки, проходящему через решетчатую пластинку – тонкий слой черепа сразу над обонятельным эпителием. Обонятельные клетки, в свою очередь, взаимодействуют с другими нервными клетками, расположенными в обонятельной луковице, которые передают информацию через обонятельные нервы (черепной нерв I) к остальной части головного мозга.

Обонятельная система

Нервное волокно обонятельного тракта

Решетчатая пластинка решетчатой кости

Обонятельная луковица
Группа нервных клеток, которые получают информацию от клеток обонятельных рецепторов

Слизистая железа
Выделяет слизь в носовую полость

Реснички обонятельных рецепторов
Микроскопические волоски, выступающие в носовую полость

Носовая полость

Поддерживающая клетка
Клетки обонятельных рецепторов находятся в поддерживающих клетках

Клетка обонятельного рецептора
Реагирует на присутствие молекул запаха

Молекулы слизи растворяются в слизи, выделяемой в носовой полости. Специализированные рецепторы реагируют на молекулы запаха, посылая нервные импульсы в головной мозг через обонятельную луковицу

Масштабы запаха



Рецепторы сетчатки глаза реагируют на три цвета (красный, синий и зеленый). Вкусовые рецепторы реагируют на семь ощущений. В отличие от этого, считается, что существует несколько сотен (если не тысяч – ученые не пришли к единому мнению) различных типов обонятельных рецепторов.

Так как большинство из нас могут различать примерно 20 тыс. разных запахов, вряд ли имеется индивидуальный рецептор для каждой молекулы запаха. Считается, что молекула запаха активирует множество различных типов рецепторов с различной степенью интенсивности; некоторые рецепторы очень чувствительны к специфическим запахам, тогда как другие реагируют на них очень слабо. Сигнал интерпретируется головным мозгом для определения специфического запаха.

Когда молекула запаха связывается с обонятельным рецептором, в обонятельной клетке инициируется сложный каскад химических реакций. Эти реакции оказывают эффект усиления оригинального сигнала; мозг получает информацию о запахах при довольно низких концентрациях.

Профессиональный парфюмер может различать 100 тыс. различных запахов. Считается, что даже нетренированный нос способен распознавать до 20 тыс. разных запахов

Память, эмоции и запахи

Тот способ, каким мозг интерпретирует запахи, отличается от способа, каким он интерпретирует другие чувства (например, зрение), – некоторые ветви обонятельных нервов выступают непосредственно в области мозга, контролирующие эмоции и память, без предварительного поступления в кору головного мозга, то есть в ту область, которая отвечает за развитие сознательного опыта.

И напротив, визуальная информация сначала попадает в зрительную зону коры – область, участвующую в сознательном восприятии зрительного образа, и только после этого передается в зоны эмоций и памяти.

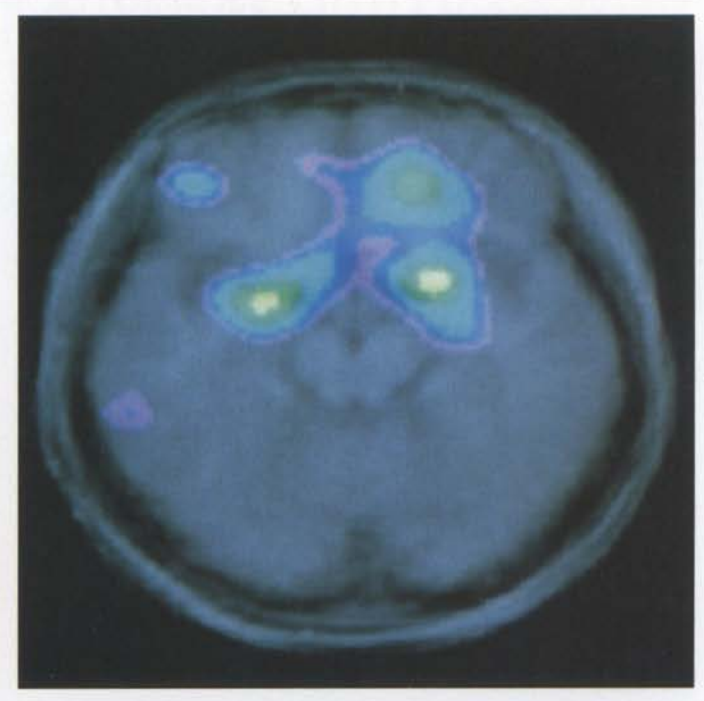
ВОЗДЕЙСТВИЕ НА ПАМЯТЬ

Изучение пути обоняния свидетельствует, что запахи могут оказывать мощное воздействие на нашу память. Ощущение давно забытого запаха из детства может вызвать поток воспоминаний.

На сканограмме мозга показана обонятельная активность. Зоны низкой активности пурпурные, высокой – желтые

Запахи детства могут вызывать стойкие и интенсивные воспоминания, когда вы сталкиваетесь с ними в зрелом возрасте





Роль феромонов



Некоторые животные выделяют особые типы химических веществ (феромоны), чтобы воздействовать на поведение или физиологию других особей их видов. Сейчас ведется много споров, в какой степени люди используют феромоны для бессознательного общения друг с другом.

Исследования предполагают, что люди до определенной степени все же реагируют на феромоны. Например, некоторые из матерей способны отличать футболку, которую носил их ребенок, от такой же футболки, которую носил другой ребенок того же возраста.

Предполагается, что люди подсознательно реагируют на феромоны, выделяемые потенциальными сексуальными партнерами

МЕНСТРУАЛЬНАЯ СИНХРОННОСТЬ

За последние тридцать лет исследовательская группа в США предоставила множество свидетельств, позволяющих предположить, что у женщин, живущих в одной квартире, менструальные циклы начинают со временем совпадать.

Последние исследования, когда запах подмышек собирался у женщин на хлопчатобумажные подушечки, которыми затем протирали под носами у других женщин, продемонстрировал, что женщины реагируют на феромоны друг друга.

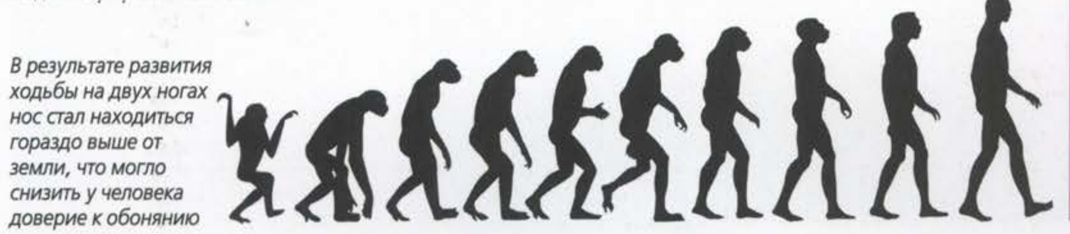
Насколько у нас хорошее обоняние?

По сравнению с животными, у людей плохо развито обоняние. У собаки, например, в 25 раз больше обонятельных клеток, чем у человека, и 30% коры головного мозга отвечает за обоняние, тогда как у человека – всего 5%. Вот почему натренированные собаки-нюхачи могут улавливать запахи при концентрациях в 10 тыс. раз слабее тех концентраций, при которых люди могут улавливать запахи.

Похоже, наше обоняние притупилось в процессе эволюции. Одним из возможных объяснений этому может быть то, что развитие ходьбы на двух ногах привело к тому, что нос стал находиться выше над землей; таким образом, не требовалось иметь большую зону коры головного мозга, отвечающую за определение запахов.

Развитие высших познавательных (когнитивных) функций, таких как речь, которая требует значительной производительности коры головного мозга, – могло также внести свой вклад в уменьшение зоны, отвечающей за обоняние.

В результате развития ходьбы на двух ногах нос стал находиться гораздо выше от земли, что могло снизить у человека доверие к обонянию



Потеря обоняния

Аносмия (отсутствие обоняния) – это внезапная потеря ощущения запаха. Она часто возникает после ударов по голове, повреждающих обонятельные нервы, но может также являться результатом назальной инфекции, воздействующей на обонятельные рецепторы.

Заболевания мозга также могут влиять на обоняние. Например, у некоторых эпилептиков перед припадком может возникать «обонятельная аура». Среди других заболеваний – обонятельные галлюцинации, при которых больной ощущает специфический запах, обычно неприятный.

Почему мы чихаем

Чиханье – это защитный механизм, предназначенный для защиты дыхательных путей от раздражителей. Взрывной выдох во время чихания способствует очистке верхних дыхательных путей.

Нос – это главное отверстие, через которое воздух попадает в дыхательный аппарат. Он действует как очень эффективный воздушный фильтр, предотвращая попадание в легкие пыли и крупных частиц, переносимых воздухом, а также позволяет входящему воздуху обрести температуру тела перед дальнейшим проходом в легкие.

ЗАЩИТНЫЙ МЕХАНИЗМ

Чиханье – внезапный, мощный, непроизвольный выдох через нос и рот, является одним из основных защитных механизмов тела.

Он предназначен главным образом для защиты дыхательной системы от раздражающих частиц, которые в противном случае могут проникнуть далеко в дыхательный аппарат и нанести значительный вред. Чиханье также служит для удаления скопившихся в носу частиц, предотвращая загрязнение носовой фильтрующей системы.

ВЗРЫВНАЯ РЕАКЦИЯ

Чиханье – это взрывной выброс воздуха из легких под давлением через нос и рот. Большинство сжатого воздуха выходит при чиханье через рот, но какая-то часть направляется мягким небом в нос.

Скорость выхода сжатого воздуха при чиханье достаточно велика и может достигать 160 км/час, что равно скорости ветра при сильном тайфуне, давление выдыхаемого воздуха может превосходить 100 мм. рт. ст., а объемная скорость потока – 12 л/с.

При чиханье выбрасывается до 5 тыс. капелек, они могут содержать инфекцию и отлетают от носа на расстояние до 3,7 м, влекомые мощным потоком воздуха.

Механизм чиханья

Носовая полость
Выстлана тонким респираторным эпителием со множеством тонких волосков, которые отфильтровывают частицы из воздуха; мембрана продуцирует водянистую слизь, которая выбрасывается во время дыхания

Тройничный нерв
Проходит через крылонебную ямку и разделяется на ветви, питающие носовую слизь (выстилка носовой полости) и небо

Назальные волоски
Не позволяют крупным частицам, содержащимся в воздухе, проникать в нос

Вдыхаемые частицы
Стимулируют нервные окончания в носовой полости и возбуждают чихательный рефлекс, очищающий носовые проходы

Нервные окончания в носовой полости
При их стимуляции в мозге возбуждается чихательный рефлекс

Чиханье – это непроизвольный рефлекс, предназначенный для защиты дыхательной системы тела. Оно обеспечивает удаление из носа раздражающих частиц

Распространенные возбудители чиханья



Чиханье может являться классическим симптомом заложенности носа, сопровождающей простуду, но существует множество раздражителей, возбуждающих эту рефлекторную реакцию. Среди них наиболее часты:

- Вдыхание из воздуха мелких частиц, таких как пыль, волоски, дым и аэрозоли.
- Аллергия на плесень при вдыхании спор из воздуха.
- Вдыхание клеток кожи и скальпа (перхоти), как человеческих, так и животных.
- Сенная лихорадка (аллергия на пыльцу) и клещевой аллерген домашней пыли.
- Инфекция верхних дыхательных путей.
- Полипы.
- Взгляд на яркий свет, особенно на солнце.
- Изменения температуры окружающей среды.
- Кокаиновая абстиненция.

Чиханье возбуждается различными стимулами. Например, страдающие сенной лихорадкой реагируют на аллерген пыльцы

Что происходит, когда мы чихаем

Чиханье возникает в результате рефлекторной реакции, возбужденной чувствительными нервными окончаниями в выстилке носовой полости. Сознательная часть мозга при такой реакции обходится, и реакция получается автоматической и непроизвольной.

Чиханье возникает, когда чувствительные нервные окончания в слизистых мембранах, выстилающих носовую полость, стимулируются раздражителями, такими как вдыхаемая пыль. Это вызывает щекочущее ощущение, которое часто предшествует чиханью. Затем наступает рефлекторная реакция, в ходе которой секреторные клетки слизистой мембраны стимулируются на продуцирование водянистой слизи (чиханье не может происходить в сухом носу).

НЕРВНЫЙ ИМПУЛЬС

Одновременно с этим чувствительные нервные волокна в слизистой мембране передают нервные импульсы в дыхательный центр мозга (он располагается в продолговатом мозге).

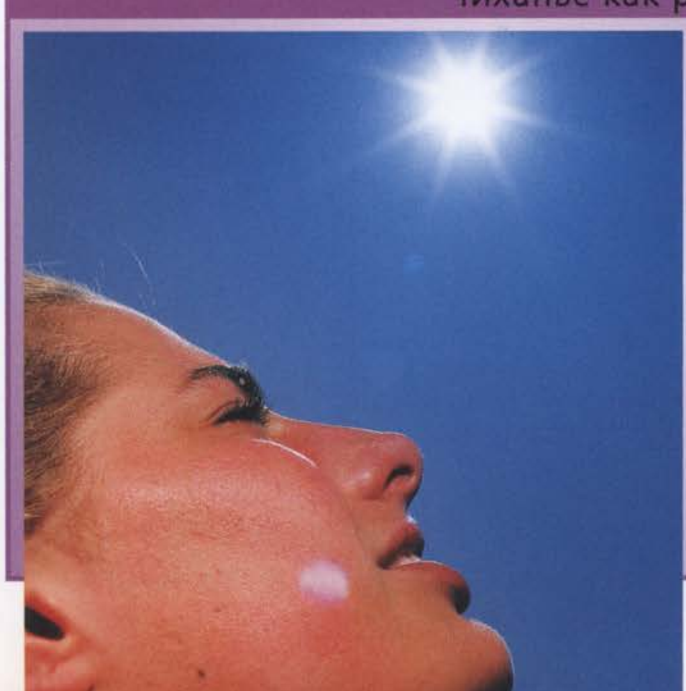
Мозг передает эти нервные импульсы в дыхательные мышцы, вызывая их сокращение. Происходит вдох, воздушные пути закрываются, грудная клетка сжимается, а затем происходит стремительный выдох. Воздух в легких «взрывается» вверх и наружу, выбрасывая вместе с собой через рот и нос излишки секреций и задержанные фильтрами частицы.

Сознательная часть мозга не участвует в этой автоматической реакции, вот почему мы не можем контролировать чиханье.



Стремительный выдох при чиханье выносит с собой водянистую слизь. Чиханье невозможно сознательно контролировать

Чиханье как реакция на свет



Около 25% людей чихают, когда смотрят на яркий свет, особенно на солнце. Этот феномен признан уже, по крайней мере, 40 лет и называется «световой чихательный рефлекс».

Точно не известно, почему это происходит, возможно, это явление обусловлено пересечением рефлекторных путей в мозге.

При любом рефлексе сигнал чувствительного нерва, направленный в головной мозг, взаимодействует непосредственно с исходящим путем нервной реакции, обходя сознательную часть головного мозга.

Обычно рефлекторные пути выбирают различные и отдельные маршруты в нервной системе. В случае «светового чихательного рефлекса» возможно, что нервные сигналы пересекаются с нормальным рефлексом глаза в ответ на свет и чиханье. В такой ситуации яркий свет одновременно возбуждает сокращение зрачка и чиханье.

Нет никакой пользы от «солнечного чиханья», возможно, это рудиментарный признак.

Среди других необъяснимых возбудителей чиханья – расчесывание волос, выщипывание бровей и потирание внутреннего уголка глаза.

Многие люди чихают, когда смотрят на яркий свет, особенно на солнце. Причина этой реакции неизвестна

Работа вкусовых сосочков

У человека около 10 тыс. вкусовых почек, расположенных главным образом на поверхности языка и мягких тканей рта. Их чувствительность и распределение означают, что мы способны различать, какие вкусы пищи нам приятны, а какие нет.

ХИМИЧЕСКОЕ ЧУВСТВО

Вкус, наряду с запахом, – это химическое чувство. Оно обусловлено связыванием химических веществ, находящихся в пище, с рецепторами, расположенными в специфических клетках – вкусовых почках, которые затем передают информацию через нервы в головной мозг для распознавания вкуса.

Язык, разумеется, главный орган вкусового ощущения, так как пища, принимаемая телом, должна проходить через рот. Верхняя поверхность языка покрыта многочисленными маленькими выступами, которые называются сосочками, и именно вокруг этих структур располагается большинство вкусовых почек. Однако небольшое количество вкусовых почек присутствует и в других местах рта, например в глотке, мягком небе и надгортаннике.

СОСОЧКИ

Существует три основных вида языковых сосочков. В порядке возрастания размера это конусовидные, грибовидные и желобовидные языковые сосочки. У людей большинство вкусовых почек находятся в сосочках двух последних видов. Грибовидные сосочки все располагаются на языке, преимущественно по сторонам и на кончике. Желобовидные сосочки – самые крупные; обычно от 7 до 12 таких сосочков располагаются в задней части языка в виде перевернутого мелкого V-образного желобка. Вкусовые почки располагаются по бокам желобовидных сосочков и на верхних поверхностях грибовидных сосочков.

КЛЕТОЧНАЯ СТРУКТУРА

Каждый вкусовая почка включает от 40 до 100 эпителиальных клеток, которые образуют эпителий – слой, покрывающий всю наружную поверхность тела и его піористые структуры. Во вкусовых почках сосредоточены три типа клеток: поддерживающие, рецепторные и базальные. Рецепторные клетки еще называются вкусовыми клетками, в них зарождаются вкусовые ощущения. Поддерживающие клетки составляют основную часть вкусового сосочка и отделяют рецепторные клетки друг от друга. Клетки вкусовых почек постоянно заменяются, обычно продолжительность их жизни до 10 дней.

Части языка

Надгортанник
Здесь расположено небольшое количество вкусовых почек, они доходят даже до верхней части пищевода (начала пищеварительного тракта)

Язычная миндалина

Небная миндалина
Вкусовые почки присутствуют в ее поддерживающей ткани

Желобовидные сосочки
Круглые по форме, образуют перевернутый V-образный желобок в задней части языка

Срединный желобок

Грибовидные сосочки
В форме гриба; расположены в основном по сторонам и на кончике языка

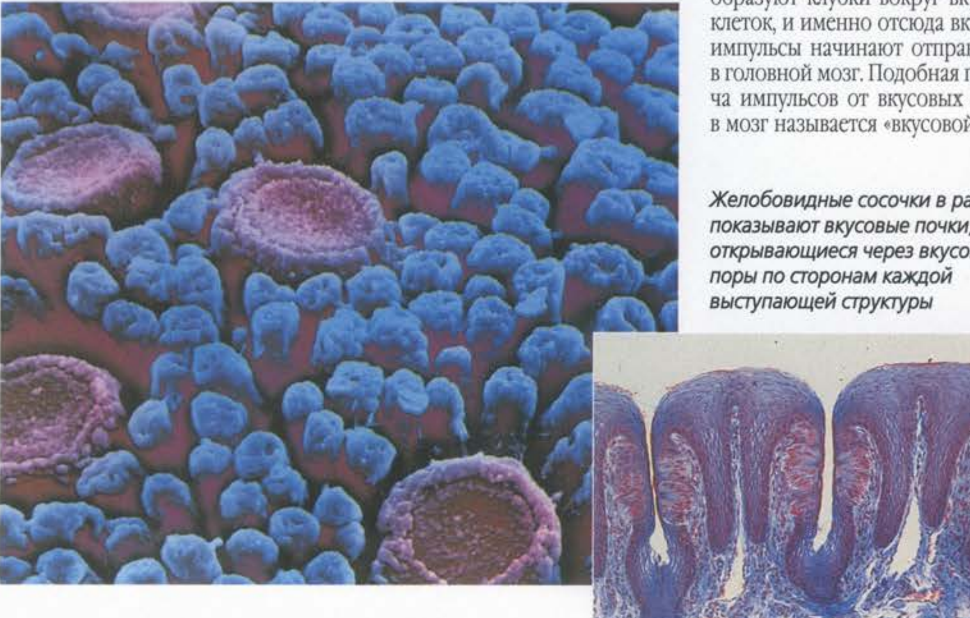
Конусовидные сосочки
Конические выступы в боковых складках языка

Вкусовой путь

На фотографии видны грибовидные сосочки (розовые) со вкусовыми почками на поверхности, окруженные конусовидными сосочками (синие)

В каждой вкусовой клетке тонкие, чувствительные вкусовые волоски проходят через слои эпителиальных клеток и выходят на поверхность, где омываются слюной, в которой растворены вещества, вкус которых предстоит определить. Волоски иногда называют рецепторными мембранами в знак признания их роли в начальной передаче информации о вкусе.

Чувствительные нервные клетки образуют клубки вокруг вкусовых клеток, и именно отсюда вкусовые импульсы начинают отправляться в головной мозг. Подобная передача импульсов от вкусовых клеток в мозг называется «вкусовой путь».



Желобовидные сосочки в разрезе показывают вкусовые почки, открывающиеся через вкусовые поры по сторонам каждой выступающей структуры



Вкусовая пора проходит через вкусовую почку и окружена языковыми сосочками, выполняющими чувствительные и осязательные функции

Механизм вкуса

Когда слюна растворяет пищу во рту, стимулируются вкусовые почки на поверхности языка. После этого вкусовые клетки преобразуют химическую реакцию в нервные импульсы. Когда они достигают мозга, происходит анализ информации о вкусе.

Когда химические вещества, содержащиеся в пище, связываются со вкусовой клеткой, нервные импульсы посылаются в таламус, часть мозга, получающую сенсорную информацию. Таламус обрабатывает импульсы и разделяет на категории одинаковые функции. Затем таламус передает их в область мозга, связанную с ощущением вкуса, – вкусовой корковый слой. Таламус не способен четко распознавать, хороший это вкус или плохой. Это работа более чувствительной вкусовой корковой зоны.

ВКУСОВАЯ КОРКОВАЯ ЗОНА

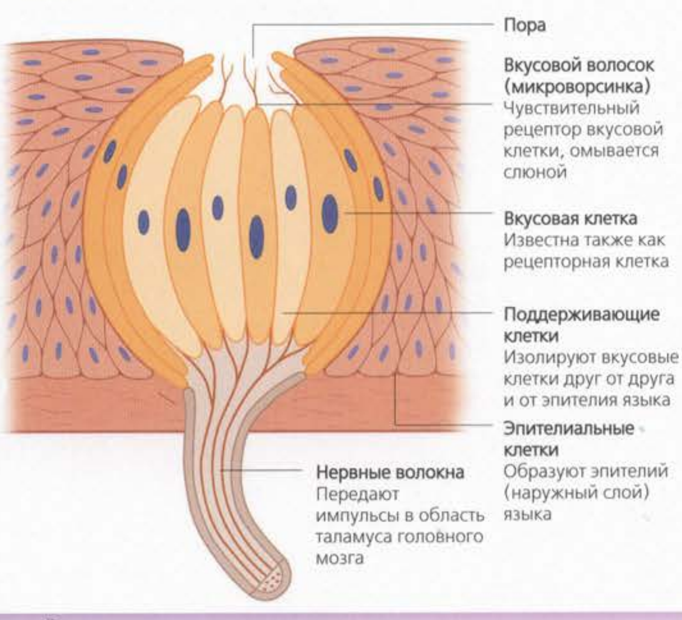
Эта зона определяет, хорошая пища или плохая, стоит продолжать ее есть или нет. Испытуемая пища должна раствориться в слюне и вступить в контакт со вкусовыми волосками. После этого формируются нервные импульсы, которые передаются в головной мозг.

Ветвь лицевого нерва передает импульсы от вкусовых почек, находящихся в передних двух третях языка, а языковая ветвь языкоглоточного нерва обслуживает заднюю треть языка. Таким образом, существует двухсторонний поток в мозг информации, касающейся вкуса и необходимости есть определенную пищу, чтобы удовлетворить потребности тела.

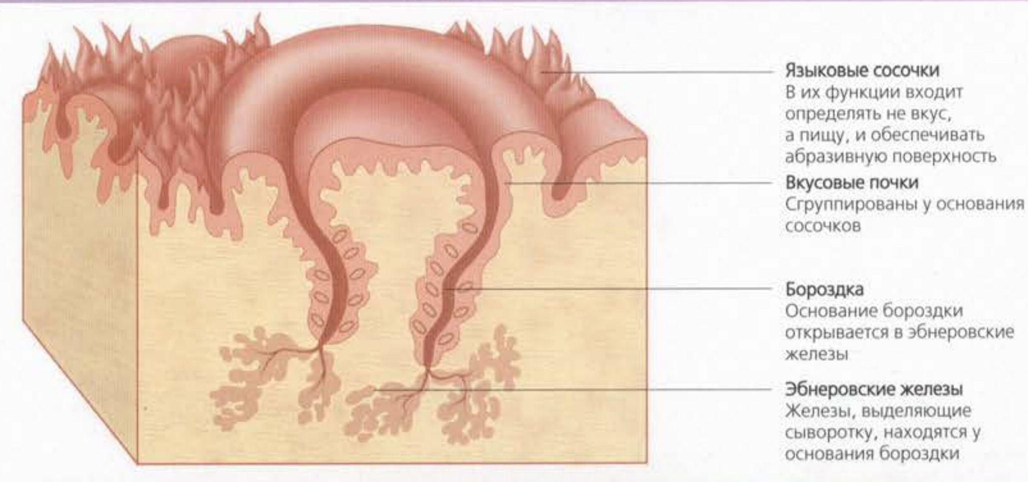
Вкусовые клетки в различных областях языка имеют различные пороги, при которых они активируются. В горькой области языка клетки способны определять ядовитые вещества в очень малых концентрациях. Это объясняет, каким образом преодолевается неудобство ее расположения и как работает ее «защитный» характер. Рецепторы кислого вкуса менее чувствительны, а рецепторы сладкого и соленого вкусов – самые малочувствительные из всех. Вкусовые рецепторы быстро реагируют на новые ощущения, обычно в течении 3–5 секунд.

То, что часто называют вкусом, больше зависит от нашего обоняния. Вкус – это почти на 80% запах, что объясняет, почему сильно замороженная пища никогда не бывает вкусной. Во рту также присутствуют другие рецепторы, способные усиливать вкус. Пищу со специями есть приятнее, поскольку она возбуждает во рту болевые рецепторы. Расстройства вкуса могут быть количественными – повышение вкусовой чувствительности (гипергезия), снижение (гипогезия) и отсутствие (агевзия) – и качественными (неправильное определение вкуса).

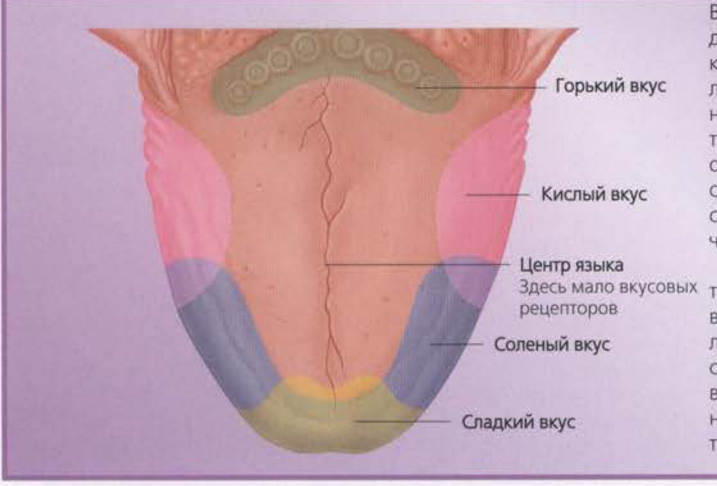
Структура вкусовой почки



Разрез сосочка



Что чувствует каждая часть языка?



Вкусовые ощущения можно разделить на четыре основные категории. Это сладкий вкус, кислый, соленый и горький. Различные части языка более чувствительны к различным вкусовым ощущениям, хотя не существует структурных различий между вкусовыми почками в различных частях языка.

Кончик языка наиболее чувствителен к сладкому и соленому вкусам. Боковые стороны наиболее чувствительны к кислому вкусу, а задняя часть языка лучше всего ощущает горький вкус. Однако эти различия не абсолютны, так как большинство вкусовых почек могут реагировать на два или три, а иногда и на все четыре вкусовых ощущения. Определенные вещества могут менять вкус по мере продвижения во рту. Сахарин, например, сначала сладкий, но потом появляется горький привкус.

Многие природные яды и испорченные продукты имеют горький вкус. Возможно, это объясняет то, что рецепторы горького вкуса находятся в задней части языка. Это своеобразная мера защиты организма. Другими словами, задняя часть языка определяет «плохую» пищу и не позволяет нам употреблять ее.

Как мы разговариваем

Все разговорные языки состоят из ряда отдельных звуков, или фонем. Во многих языках все эти фонемы образуются в результате выталкивания воздуха из легких.

Все звуки, производимые во время разговора на большинстве из языков, являются прямым результатом выталкивания воздуха из легких. Сначала воздух выходит из легких через трахею в гортань.

Гортань действует как клапан, запирая легкие от вредных раздражителей, например во время кашля. Отверстие гортани называется голосовая щель, оно укрыто двумя клапанами подвижной ткани, которые называются голосовые складки (термин «голосовые связки» неверный, потому что это вовсе не связки).

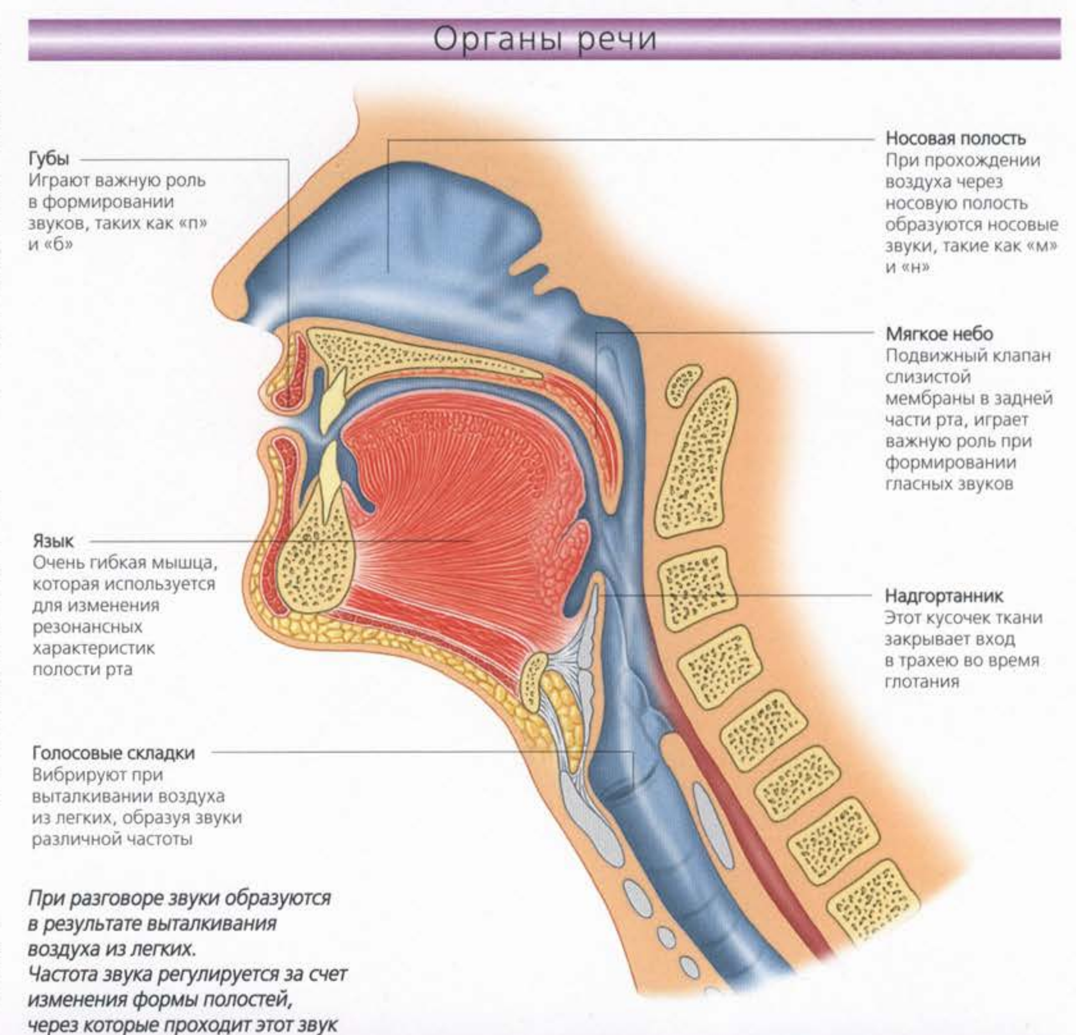
ГОЛОСОВЫЕ СКЛАДКИ

Когда воздух проходит через гортань, голосовые складки резонируют, производя жужжащий звук. Высота этого жужжания определяется степенью напряжения и положением голосовых складок. Однако не все звуки обусловлены «голосом», производимым голосовыми складками; например, в звуке «сссс» звука мало, тогда как звуку «zzzz» требуется вибрация голосовых складок. Перегрузка голосовых складок приводит к нарушениям голоса – дисфонии.

ВЫТАЛКИВАНИЕ ВОЗДУХА

Затем вибрирующий воздух проходит через глотку (горло), после чего выходит из головы либо над языком и через рот, либо позади мягкого неба и через нос.

Органы речи



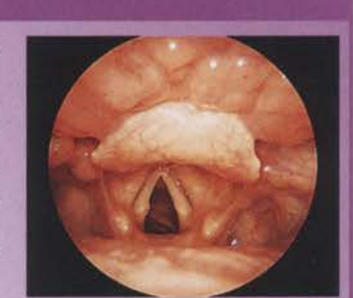
При разговоре звуки образуются в результате выталкивания воздуха из легких. Частота звука регулируется за счет изменения формы полостей, через которые проходит этот звук

Осмотр голосовых складок



При разговоре слизистая оболочка голосовых складок вибрирует с частотой от 120 до 250 колебаний в секунду. Чтобы увидеть эту вибрацию, голосовые складки освещают стробоскопическим светом. Ларингоскоп накладывается на заднюю часть языка, и голосовые складки осматриваются, пока пациент говорит.

Для осмотра голосовых складок можно использовать ларингоскоп. Он передает изображение на монитор





Вверху. Здесь показаны голосовые связки человека в спокойном состоянии; обратите внимание, что они выглядят разделенными. Внизу. Голосовые складки во время разговора

Звуки голоса

Каждая полость, через которые воздух проходит, выходя из легких, имеет различную форму и размер; длина звуковой волны изменяется, когда она проходит через эти полости, в результате чего модифицируется звук, выходящий через рот или нос.

ГЛАСНЫЕ ЗВУКИ

Гласные звуки образуются, когда воздух может свободно выходить из гортани наружу. Эти гласные звуки продуцируются за счет изменения размеров полостей, через которые проходит звук.

Например, когда вы повторяете гласные звуки слов *bet* и *but* попеременно, вы можете чувствовать, как тело языка движется назад и вперед. Это движение изменяет резонансные характеристики полости рта, при этом меняется и производимый звук.

Губы также играют важную роль (обратите внимание на различное положение губ при произнесении гласных звуков в словах *loot* и *look*) в определении окончательного звука, как и мягкое небо (мясистый клапан в задней части неба). Если мягкое небо открыто, воздух может проходить через нос и через рот, придавая звуку «носовой оттенок».

СОГЛАСНЫЕ ЗВУКИ

В отличие от гласных, согласные звуки образуются при наличии барьера на пути прохождения воздуха. Когда произносится звук «сссс», кончик языка прижимается сзади к зубам; это сужает проход, по которому следует воздух, и образуется шипящий звук. Подобные звуки называются «фрикативными», поскольку образуются в результате трения движущегося воздуха. Другие фрикативные звуки – «ш» и «ф», они все образуются за счет создания турбулентности в потоке воздуха.

Другие согласные звуки образуются за счет полной остановки потока воздуха, а не просто за счет создания помех. Этого можно достичь с помощью кончика языка («т»), тела языка («к») или губ («п»).

Образование согласных звуков

Альвеолярные звуки
Образуются, когда кончик языка прижимается к альвеолам (звуки «т» и «с»)

Билабиальные звуки
Образуются при сжатых верхней и нижней губах («п» и «б»)

Палатальные звуки
Образуются, когда передняя часть языка соприкасается с твердым небом (как в немецком слове *ich*)

Велярные звуки
Образуются, когда задняя часть языка соприкасается с мягким небом (например, «k» и «г»)

Увулярные звуки
Образуются, когда задняя часть языка и небный язычок соприкасаются (например, французское слово *rue*)

Гортанные звуки
Образуются при закрытии вместе голосовых складок (например, «х»)

Согласные звуки образуются, когда поток воздуха выходит через рот, а нос при этом заблокирован. За счет изменения места препятствия можно продуцировать различные согласные звуки

Выход воздуха через рот может блокироваться, тогда при открытии мягкого неба производятся такие звуки, как «м» и «н».

В различных языках народов мира дополнительны артикуляции могут служить различительным признаком фонем – основных единиц звукового строя языка.

Логопед (слева) работает с четырехлетней девочкой с нарушениями речи. При этом присутствует и мама девочки (справа), чтобы она могла продолжать упражнения с ребенком дома

Другие звуки речи



Каждое слово в английском языке произносится на основе набора 40 определенных звуков, называемых фонемами. Однако не в каждом языке используется такой же набор звуков. Подсчитано, что существуют тысячи фонем, используемых во всех языках мира.

Если в английском языке звуки речи образуются за счет выталкивания воздуха из легких, то в других языках часто используется другой механизм.

■ Щелчковые звуки – это резкие всасывающие звуки, образуемые с помощью языка или губ (их можно обозначить, например, как *tut tut);* они широко используются в неевропейских языках.

■ Гортанные звуки образуются за счет использования голосовой щели (пространство между голосовыми складками) и создания турбулентного движения воздуха. Эти звуки могут образовываться путем продвижения воздуха внутрь (взрывные звуки) или наружу (эжективные звуки).

Южноафриканская певица Мириам Макеба говорит на родном языке коса. Ее песни содержат большое количество «щелчковых согласных звуков»

Как фокусируется глаз

Зрение – главное человеческое чувство, и всю визуальную информацию мы получаем от наших относительно маленьких глаз. И все же мы можем видеть и далекую звезду, и частичку пыли при ярком свете и в сумерках.

Человеческий взгляд работает, как фотокамера. Лучи света от объекта проходят через отверстие (зрачок) и фокусируются хрусталиком на сетчатке, светочувствительном слое в задней части глаза. Оптическое качество и разносторонность глаза гораздо лучше, чем у любой фотокамеры.

Сетчатка – глазной эквивалент фотопленки – это светочувствительная мембрана, состоящая из слоев нервных волокон и пигментированной светочувствительной оболочки. В ней присутствуют два вида светочувствительных клеток: колбочки и палочки.

КОЛБОЧКИ И ПАЛОЧКИ

Колбочки чувствительны к красному, зеленому и синему цвету, позволяя головному мозгу определять цвет изображения. Они также придают остроту зрению.

Палочки необычайно чувствительны к слабому освещению, но не могут различать цвета, вот почему кажется, что ночью объекты теряют цвет. Палочки и колбочки связаны с головным мозгом нервными клетками, которые все выходят из задней части глаза через зрительный нерв.

Чтобы четко видеть объекты, мышцы глаза должны натянуть хрусталик и сфокусировать свет на сетчатку. Если этот процесс протекает неправильно или если хрусталик или глаз неправильной формы, изображение будет расплывчатым, и тогда потребуются очки или даже операция.

Мышцы глаза

Радужная оболочка – мышечная кольцеобразная структура с отверстием посредине, которое называется зрачок. В радужной оболочке присутствуют особые красящие пигменты. Мышцы радужной оболочки используются для увеличения или уменьшения зрачка, что позволяет проникать в глаз большему или меньшему объему света, в зависимости от условий, наблюдения объекта.

Мышцы радужной оболочки находятся в цилиарном теле, которое является частью глаза, соединяющей сосудистую оболочку (срединный слой стенки глаза) с радужной оболочкой.

Цилиарное тело состоит из трех частей.

- Цилиарный кружок, примыкающий к сосудистой оболочке.
- Цилиарные отростки – 70 лучевых отростков вокруг цилиарного тела.
- Цилиарная мышца, контролирующая искривление хрусталика.

На этой композиционной фотографии изображена (слева) структура глазного яблока изнутри с хрусталиком в центре; и (справа) внешний вид глаза, где хрусталик укрыт роговицей



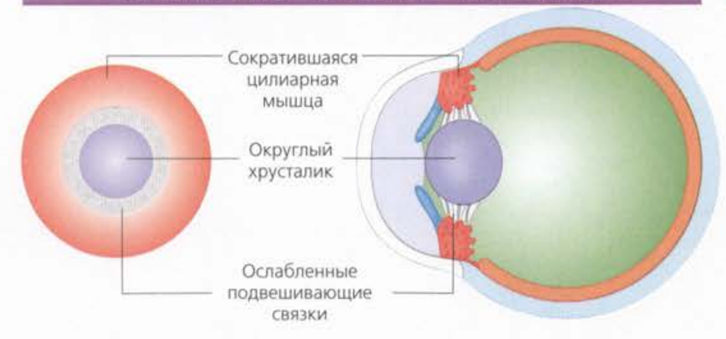
Фокусировка на сетчатку

Свет, попадающий в глаз, проходит через роговицу и внутриглазную жидкость, которые преломляют лучи света и направляют их внутрь глаза.

Роговица преломляет большинство входящего света, и задачей хрусталика является «тонкая настройка» – фокусирование лучей таким образом, чтобы изображение точно ложилось на сетчатку. Хрусталик – это прозрачная структура, состоящая из нескольких слоев. Он прикреплен к мышечному цилиарному телу подвешивающими связками. Движения цилиарной мышцы изменяют форму хрусталика в зависимости от того, на далеком или близком объекте требуется сфокусироваться глазу. Приведенные ниже схемы (вид глаза изнутри и сбоку) демонстрируют, каким образом регулируется форма хрусталика.

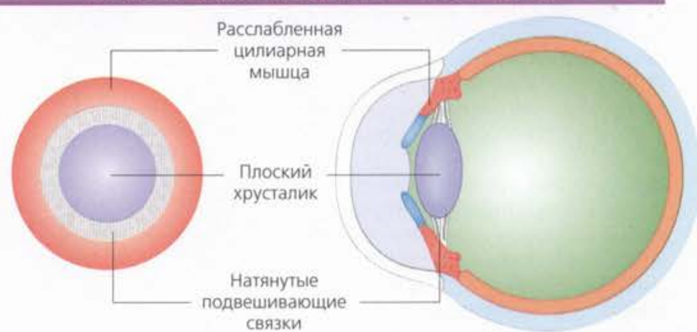
Свет от удаленного объекта поступает в глаз почти параллельными лучами. Хрусталик, изменяя свою кривизну, преломляет свет таким образом, что его лучи сходятся в одной точке на сетчатке. В результате на сетчатке появляется перевернутое изображение, но мозг способен обрабатывать информацию таким образом, что изображение видится нормальным

Взгляд на близкие объекты



Лучи света от близкого объекта рассеяны, поэтому требуется большее преломление. Цилиарная мышца сокращается, уменьшая напряжение подвешивающих связок, и хрусталик становится более округлым. Когда лучи света проходят через него, они резко сходятся на задней стенке глаза

Взгляд на далекие объекты



Лучи света от далеких объектов более параллельны, поэтому требуют меньшего преломления хрусталиком. Цилиарная мышца расслабляется, напряжение подвешивающих связок вытягивает края хрусталика наружу, делая его более тонким и плоским. Лучи фокусируются на задней стенке глаза

Распространенные дефекты зрения

Наиболее распространенными дефектами зрения являются близорукость и дальнозоркость.

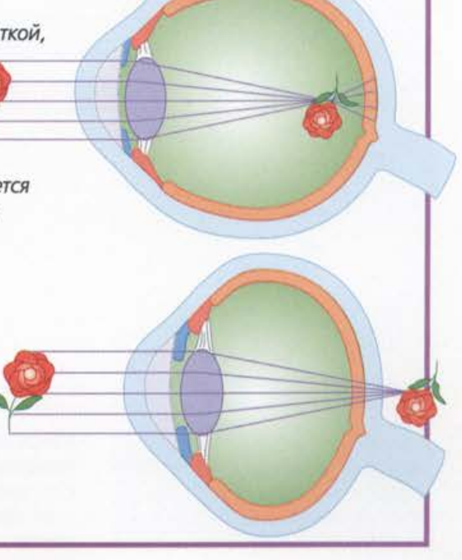
Близорукость – это неспособность четко видеть удаленные объекты. Обычно это результат того, что глазное яблоко слегка удлиненное, и это означает, что наиболее четкие изображения удаленного объекта формируются перед сетчаткой.

Дальнозоркость возникает, когда глазное яблоко слишком короткое, в результате чего фокусная точка света от близкого объекта находится позади сетчатки.

Близорукость корректируется с помощью очков (или контактных линз), которые помещают вогнутые линзы перед глазом; а дальнозоркость корректируется с помощью очков с выпуклыми линзами.

Другим распространенным дефектом является **старческая дальнозоркость** – это неспособность глаза фокусироваться на близких объектах в результате утраты хрусталиком эластичности. Обычно это происходит у людей среднего и пожилого возраста, и корректируется с помощью собирающих линз. Зачастую это первый сигнал того, что для улучшения зрения человеку необходимо носить очки.

Астигматизм – результат слегка неправильной формы глазного яблока, от чего изображение объекта становится искаженным. Корректируется с помощью очков с цилиндрическими линзами, устраняющими искажение.



Близорукость. Параллельные лучи света фокусируются перед сетчаткой, в результате чего изображение удаленных объектов становится расплывчатым. Изображение корректируется с помощью вогнутых линз

Дальнозоркость. Лучи света от объекта фокусируются позади сетчатки, когда мышцы, контролирующие фокусировку хрусталика, расслаблены. При сильной степени дальнозоркости близкие объекты становятся расплывчатыми

Как работает сетчатка

Сетчатка, расположенная в задней части глаза, содержит специализированные клетки, которые называются зрительными рецепторами и чувствительны к свету разных цветов. Это позволяет нам видеть и при свете, и в темноте.

В процессе эволюции глаз адаптировался и стал необычайно светочувствительным. Но масса глазной ткани не реагирует на свет. А вот мышцы, окружающие глазное яблоко, а также радужная оболочка, роговица и хрусталик – все они участвуют в фокусировке света на сетчатку – небольшую область в задней части глазного яблока, содержащую зрительные рецепторы.

СТРУКТУРА СЕТЧАТКИ

Упрощенно сетчатка состоит из четырех клеточных слоев.

■ Задняя часть сетчатки – пигментированный слой, эпителиальные клетки которого поглощают свет, предотвращая рассеивание света по глазу.

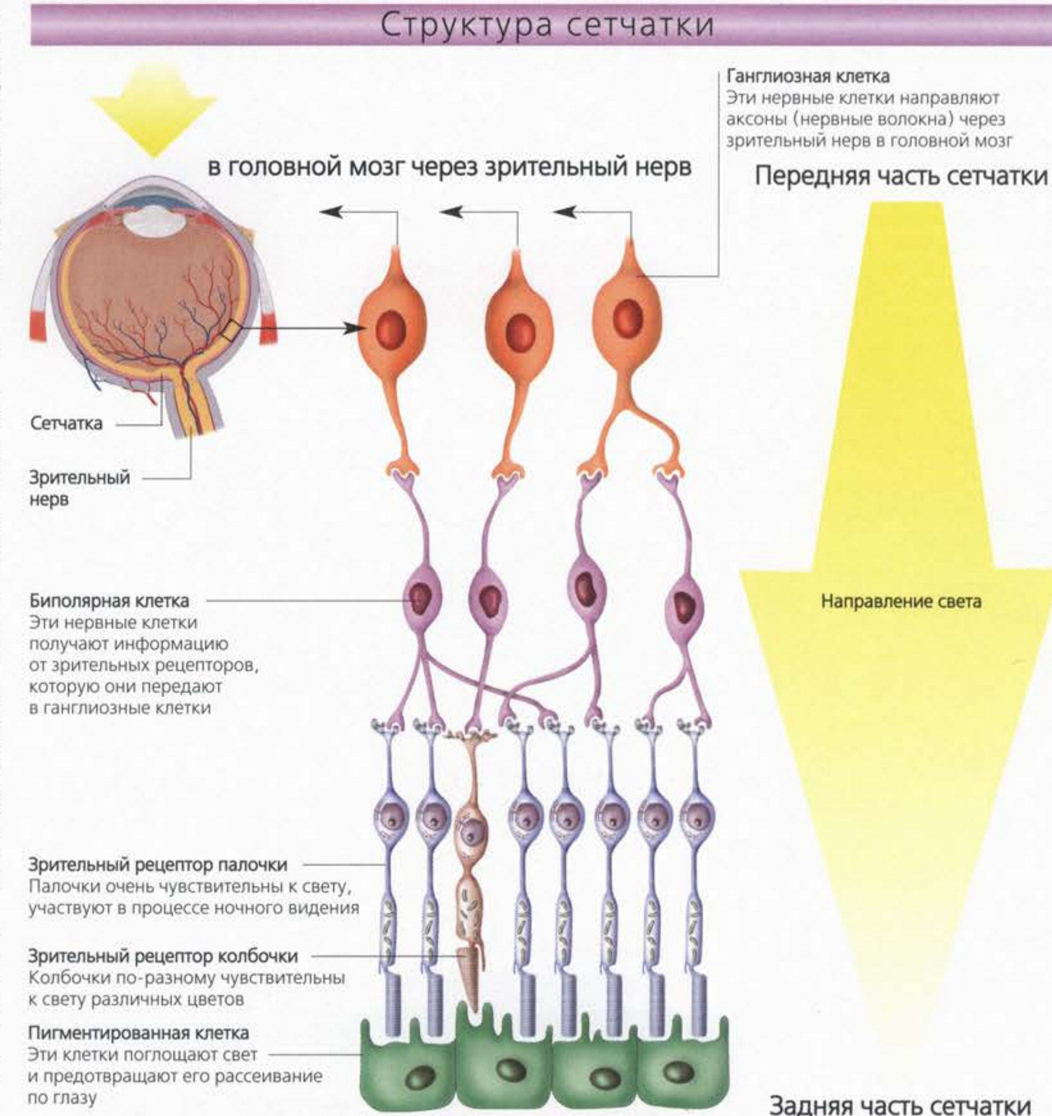
■ Слой зрительных рецепторов, способных превращать энергию света в электрическую.

■ Электрические потенциалы, генерируемые зрительными рецепторами, передаются в биполярные клетки.

■ Биполярные клетки взаимодействуют с ганглиозными клетками; аксоны последних сходятся в одну точку и поворачиваются под прямым углом, прежде чем выйти из глаза через зрительный нерв, переносящий информацию в зрительную зону коры головного мозга.

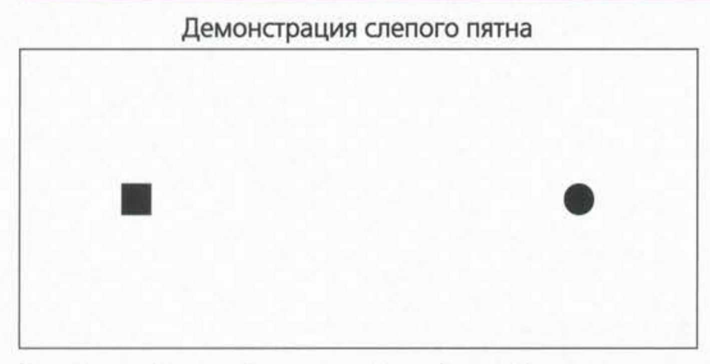
Таким образом, свет сначала проходит через ганглиозные и биполярные клетки, прежде чем достигает светочувствительных зрительных рецепторов в задней части сетчатки. Подобное направление не мешает зрительным рецепторам распознавать свет.

Структура сетчатки



Острота зрения

Демонстрация слепого пятна



Закройте левый глаз и сфокусируйтесь на квадрате. Если листок держать на расстоянии 15 см, круг исчезнет, так как попадет на зрительный нерв

Существуют два основных вида зрительных рецепторов: палочки, функционирующие при тусклом свете и обеспечивающие невысокую четкость изображения в серых тонах; и колбочки, предназначенные для яркого света, обеспечивающие высокую точность и цветное изображение.

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ

Относительное распределение зрительных рецепторов меняется по всей сетчатке. Периферийные области содержат в основном палочки и мало колбочек. И наоборот, в центре сетчатки, непосредственно позади хрусталика находится область размером с булавочную головку, ямка, содержащая только колбочки.

Ямка – единственная область сетчатки, где содержание колбочек достигает необходимой плотности для подробного цветного изображения. Вот почему лишь тысячная доля нашего поля зрения может быть четко сфокусированной в любой момент; нам приходится постоянно перемещать взгляд для восприятия быстро меняющихся визуальных сцен.



Микрофотография ямки – похожего на кратер углубления в сетчатке. Эта область сетчатки отличается наивысшей остротой зрения

Палочки и колбочки

Существуют два вида зрительных рецепторов: палочки, чувствительные к низким уровням света, и колбочки, реагирующие на свет различных цветов.

Палочки – наиболее многочисленный из двух видов зрительных рецепторов; подсчитано, что этих светочувствительных клеток около 120 млн, тогда как колбочек всего 6 млн. Более того, палочки примерно в 300 раз более чувствительны к свету, чем колбочки.

НОЧНОЕ ЗРЕНИЕ

Подобная чувствительность, наряду с многочисленностью, делает палочки идеальными рецепторами для видения в темноте.

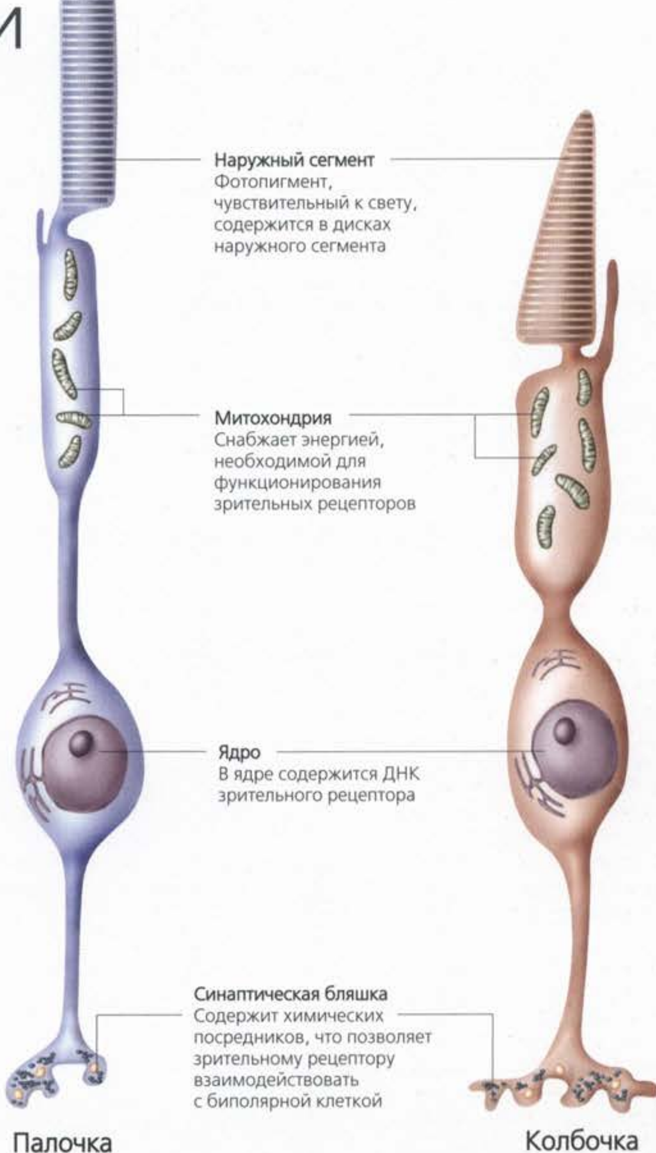
Однако палочки снабжают головной мозг лишь изображениями слабой четкости в серых тонах потому, что палочки взаимодействуют с более чем одной биполярной клеткой, в свою очередь, посылающих импульсы в мозг через множество ганглиозных клеток. Таким образом, ганглиозные клетки снабжают головной мозг информацией, собранной у большого числа палочек. Поэтому в ночное время изображение кажется состоящим из множества крупных серых точек.

Электронная микрофотография группы клеток палочек (зеленые). Клетки палочек очень чувствительны к свету, поэтому в основном используются при ночном зрении



ДНЕВНОЕ ЗРЕНИЕ

В отличие от палочек, колбочки функционируют главным образом при ярком свете и предоставляют мозгу высокоточную цветную информацию об объекте. Этому способствует и то, что каждая колбочка имеет «прямую линию» связи с мозгом; этот рецептор взаимодействует только с одной биполярной клеткой, взаимодействующей в свою очередь только с одной ганглиозной клеткой.



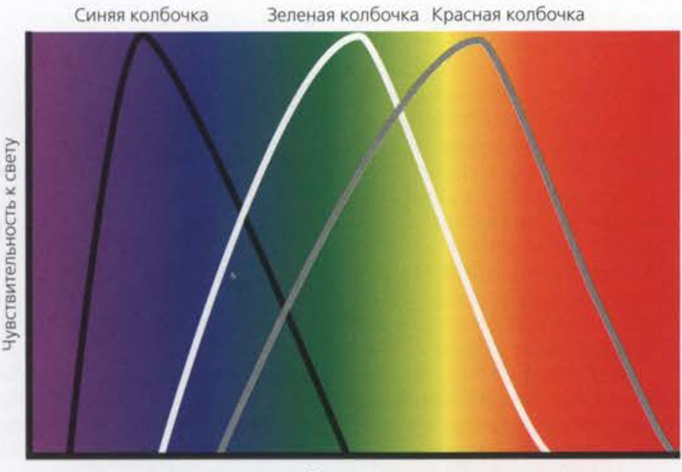
Палочки и колбочки имеют одинаковую форму. Главным различием между ними является содержащийся в них фотопигмент

Цветовое зрение

Мы способны видеть цвета, поскольку существуют три различных вида колбочек, каждый из которых чувствителен к волнам разной длины (цветам).

Каждый из трех видов колбочек содержит различный фотопигмент; фотопигмент – это молекула, которая реагирует на свет с особой длиной волны и может изменять электрическую возбудимость клетки зрительного рецептора.

Три колбочки называются синей, зеленой и красной. Следует подчеркнуть, что эти названия не обязательно соответствуют цвету света, который лучше всего активирует их. Например, зеленые колбочки лучше всех из трех групп клеток реагируют на зеленый цвет, хотя сильнее всего их активирует желтый цвет.



ЦВЕТОВАЯ ДИФФЕРЕНЦИАЦИЯ

Мы способны различать различные цвета потому, что свет со специфической длиной волны в различной степени активирует синие, зеленые и красные колбочки. Колбочки посылают импульсы в головной мозг с частотой, пропорциональной степени их активации, – головной мозг оценивает соотношение нервных импульсов, исходящих от трех типов колбочек, представляющих особый цвет.

Существуют три типа колбочек, или зрительных рецепторов, реагирующих на различные участки спектра

Цветовая слепота

Красно-зеленая цветовая слепота – это относительно распространенное наследственное заболевание, которым страдают один из 12 мужчин и одна из 100 женщин. У больных людей недостаточно либо красных, либо зеленых колбочек, что не позволяет им отличать красный цвет от зеленого и оранжевый от желтого.

Люди, страдающие цветовой слепотой, не смогут разглядеть здесь букву «L», красные и зеленые точки кажутся им одинаковыми



Как образуются слезы

Слезы – это сложные и хрупкие структуры. Постоянное выделение жидкости из слезных желез, расположенных над глазами, смазывает глаза и защищает их от попадания посторонних частиц и инфекций.

Глаз – это орган визуального восприятия, нашего главного чувства. Он передает в головной мозг важную информацию об окружающей среде и играет очень значимую роль во взаимодействии людей.

ДВИЖЕНИЕ ГЛАЗ

Для того чтобы мы имели большое поле зрения, глазное яблоко движется в глазнице и находится под строгим мышечным контролем.

Для осуществления этого движения каждый глаз вырабатывает лакримальные секреции. Эти секреции увлажняют конъюнктиву (оболочку, покрывающую глаз) и смазывают глаз, позволяя ему двигаться в глазнице более эффективно.

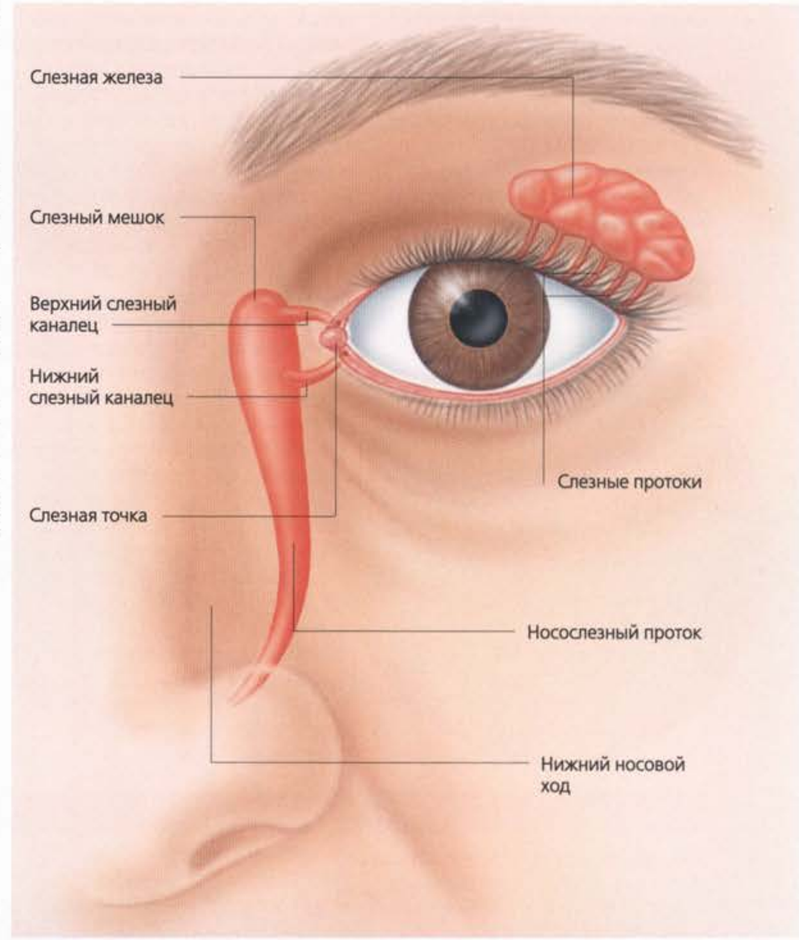
Слезная жидкость вырабатывается, распределяется и переносится слезным аппаратом.

АНАТОМИЯ СЛЕЗНОГО АППАРАТА

Слезный аппарат состоит из слезной железы (где продуцируется слезная жидкость) и протоков, выводящих излишки секреций в носовую полость.

Каждая слезная железа находится в глазнице, сразу над внешним краем глаза, и похожа по форме и размеру на миндальный орех.

Эти специализированные железы отвечают за постоянное продуцирование слезной жидкости – бактерицидного соленого раствора. Слезы выделяются в глаз через несколько крохотных отверстий в слезной железе.



Глазное яблоко движется в глазнице. Секреции слезной жидкости увлажняют и смазывают глаз, облегчая это движение

Слезы вырабатываются и выделяются слезной железой, расположенной сразу над глазом. Излишки жидкости через слезные протоки выводятся в носовую полость

Выработка и вывод слезной жидкости



Когда глаз моргает (в интервале от 2 до 10 секунд), слезная жидкость распространяется вниз, по глазному яблоку.

Слезы, омывающие переднюю часть глазного яблока, не скатываются на щеки, этому препятствует жирная смазка, которую железы хряща век выделяют на краях век.

Большинство жидкости, вырабатываемой слезными железами, испаряется с поверхности глаза, но часть жидкости скапливается во внутренних уголках глаз.

Слезная жидкость сначала омывает глазное яблоко, а затем поступает в слезный канал. Оттуда она следует в носовую полость через носослезный проток

ВЫВОД ЖИДКОСТИ

Излишки жидкости, скапливающиеся во внутренних уголках глаз, поступают в слезные канальцы через два крохотных отверстия, слезные точки. Они выглядят как крохотные красные точки на внутреннем крае каждого века, рядом с переносицей.

Из слезных канальцев жидкость поступает в слезный мешок, а оттуда в носослезный проток, являющийся продолжением слезного мешка. Затем жидкость выходит в носовую полость.

Подсчитано, что средний человек ежедневно вырабатывает от 0,75 до 1,1 мл слезной жидкости, что позволяет глазам оставаться увлажненными и свободными от инфекции.

Выработка слез

Слезы образуются, когда слезные железы активно стимулируются. Это может быть ответной реакцией на раздражители или эмоциональное расстройство.

Когда объем слезной жидкости значительно увеличивается, излишки переливаются через веки и падают из уголков глаз, образуя характерные капельки жидкости, стекающие по щекам в виде слезинок. Излишки слезной жидкости также заполняют носовую полость, вызывая характерные всхлипывания, сопровождающие плач.

РЕФЛЕКТОРНАЯ РЕАКЦИЯ

Одним из возбудителей выработки излишков слезной жидкости является присутствие в глазу инородных тел, таких как песчинка. Когда она попадает в глаз, слезные железы стимулируются на выработку увеличенного объема жидкости. Излишки ее омывают глаз и смывают инородное тело. Таким образом глаз защищается от повреждений или инфекций.

В случае с вредными раздражителями, такими как токсичные химические вещества, излишки жидкости растворяют и смывают раздражающие вещества с поверхности глаза.

Пример действия подобного механизма можно наблюдать, когда мы режем лук. Лук выделяет в окружающую среду едкие химические вещества, растворяющиеся в жидкости на поверхности глаза, при этом выделяется кислота, которая щиплет глаза.

Слезные железы стимулируются на продуцирование увеличенного объема слезной жидкости, разливающейся по глазу, растворяющей раздражители и вымывающей их из глаза. Часть излишков жидкости падает из глаз, и создается впечатление, что человек плачет.



Едкие вещества, выделяемые порезанным луком, стимулируют увеличение выработки лакримальной жидкости. Излишки жидкости вымывают из глаз потенциально опасные раздражители

ВОЗБУЖДАЮЩИЙ МЕХАНИЗМ

Выделение слез – это часть рефлекторной реакции (автоматической и непроизвольной) на различные стимулы. Подобными стимулами могут быть раздражители глаза или выстилки носа, горячая и острая пища, контактирующая со ртом и языком. Слезы также сопровождают рвоту, кашель и зевоту.

В каждом случае реакция контролируется автономно, областью головного мозга, известной как гипоталамус.

Когда стимулируются глазные рецепторы, нервные импульсы передаются в гипоталамус через лицевые нервы, питающие слезные железы, и рефлекторную дугу, за счет чего слезные железы стимулируются на продуцирование большего объема лакримальной (слезной) жидкости.

Плач



Мало что понятно о механизме, возбуждающем плач в ответ на эмоциональное расстройство. Однако ясно, что слезы играют важную роль в выражении чувств

Выработка слез в результате эмоционального расстройства известна как плач, или психическое рыдание, и это иной вид реакции. Исследования показывают, что если даже нервы, вызывающие рефлекторную выработку слез, повреждены, эмоциональная реакция в виде плача все равно происходит.

ЭМОЦИОНАЛЬНОЕ РАССТРОЙСТВО

Значимость эмоций, вызывающих слезы, изучена слабо. На основании обнаружения присутствия в лакримальных секрециях энцефалинов (природные опиаты), а также того факта, что эмоциональный плач наблюдается только у людей, можно предположить, что плач выполняет функцию ослабления стресса. Возможно, поэтому плач сопровождается чувством облегчения.

Плач также является способом выражения боли или обиды.

Состав слез

Слезная жидкость состоит из слизи, антител и лизоцима – бактерицидного фермента. Функцией этой жидкости является очистка и защита поверхности глаза, а также смазка и увлажнение ее.

Некоторые заболевания, такие как кератоконъюнктивит и сухость глаза, являются результатом нарушения слезной функции, и глаза становятся сухими и инфицированными. В таких случаях больным требуется искусственный соляной раствор, помогающий смазывать глаза и убивать инфекцию.

Когда мы становимся старше, активность слезных желез ослабевает и глаза становятся менее увлажненными. Как следствие, они более уязвимы для инфекций и раздражителей в поздние годы жизни.

Антитела в слезах уничтожают инфекцию. Активность слезных желез с возрастом ослабевает, глаза становятся более уязвимы для инфекций



Как ухо контролирует наше равновесие

Ухо не только обеспечивает слух, оно также отвечает за поддержание равновесия при ежедневных физических нагрузках, от подъема по ступеням до катания на роликовых коньках. Сложные структуры контроля равновесия находятся в среднем ухе.

Олимпийцы-горнолыжники могут удерживать равновесие на скоростях свыше 80 км в час. Это возможно благодаря структурам уха.

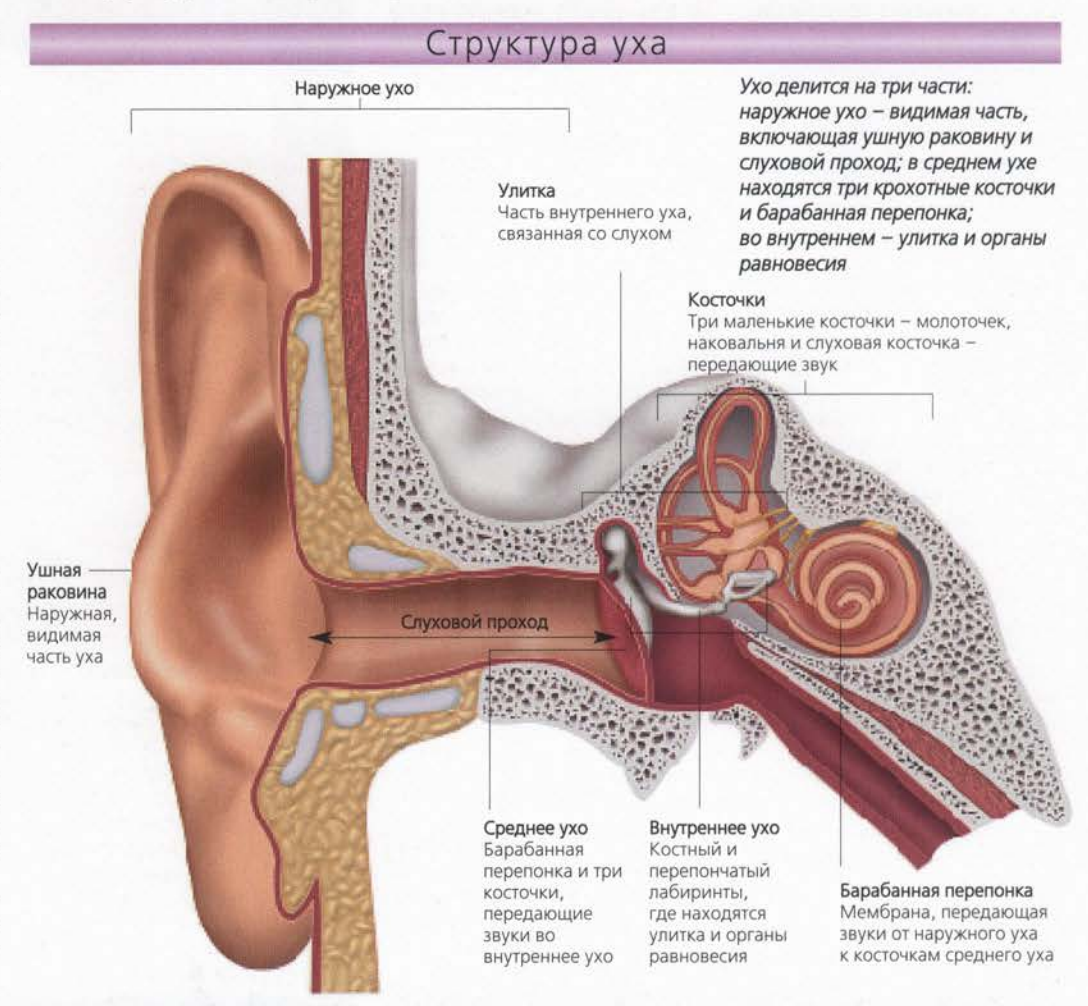
Ухо состоит из трех частей. Наружное ухо, или видимая часть (ушная раковина и слуховой проход), собирает и фокусирует звуковые волны. В среднем ухе барабанная перепонка вибрирует, и три косточки передают эти вибрации во внутреннее ухо. Внутреннее ухо выполняет две функции: улитка принимает звуковые волны и помогает передавать их в головной мозг, где они распознаются как звуки, а неслуховой, или вестибулярный, лабиринт определяет изменения в положении тела.

КОСТНЫЙ ЛАБИРИНТ

Частью внутреннего уха, связанной с равновесием, является костный лабиринт. В него входят преддверие, полукруглые каналы и перепончатый лабиринт. Перепончатый лабиринт окружен жидкостью, которая называется перилимфа. Другая жидкость, эндолимфа, содержится в перепончатом лабиринте. Эти жидкости не просто заполняют пространство; это важная часть всей системы равновесия.

Отдельные части костного лабиринта чувствительны к движению, вращению и ориентации головы.

Структура уха





Олимпийский слаломист спускается на высокой скорости и совершает четкие повороты, но он осознает положение своего тела благодаря чувству равновесия, создаваемого внутренним ухом

Потеря равновесия

Когда вы неподвижны, жидкость в каналах и камерах уха находится в состоянии равновесия. Когда голова совершает движение, жидкость движется в противоположном направлении, и мозг реагирует на изменение положения. Величина этого изменения различна в каждом ухе (в зависимости от того, как вы поворачиваетесь), но вся система остается в равновесии. Если вестибулярная система одного уха повреждена, активность другого вызывает фальшивое чувство поворота к пассивной стороне.

Если вестибулярная функция обоих ушей повреждена, поза и походка могут быть серьезно нарушены, что вызывает головокружение и дезориентацию. При перемене окружающей среды, например при полете в воздухе или нахождении в море, вестибулярная система тоже может реагировать, в результате чего возникает воздушная или морская болезни. Подобный же эффект наблюдается при чрезмерном употреблении алкоголя. Небольшое расстройство равновесия бывает после полета в космос.

Части уха, контролирующие равновесие

Трубки и камеры костного лабиринта защищают перепончатые трубки и камеры перепончатого лабиринта с помощью жидкостей и датчиков.

ПОЛУКРУГЛЫЕ КАНАЛЫ

Полукруглые каналы – это три костные трубки в каждом ухе, расположенные примерно под прямыми углами друг к другу. Благодаря своему положению и структуре они способны различать движение в трехмерном пространстве и чувствительны к вращению.

Каждый канал имеет расширенный конец, который называется ампулой и заполнен эндолимфой. В ампуле каждого канала находятся рецепторные клетки, имеющие тоненькие волоски, выступающие в эндолимфу. Когда мы двигаемся, эти выступающие волоски смещаются под воздействием движения эндолимфы. Это стимулирует вестибулярный нерв, который посылает сигналы в мозжечок.

Когда мы двигаемся, рефлекс, называемый нистагм (движения глазных яблок взад и вперед), помогает предотвратить головокружение. Глазные яблоки медленно двигаются в направлении, противоположном вращению, что позволяет нам концентрироваться на фиксированной точке.

ПЕРЕПОНЧАТЫЙ ЛАБИРИНТ

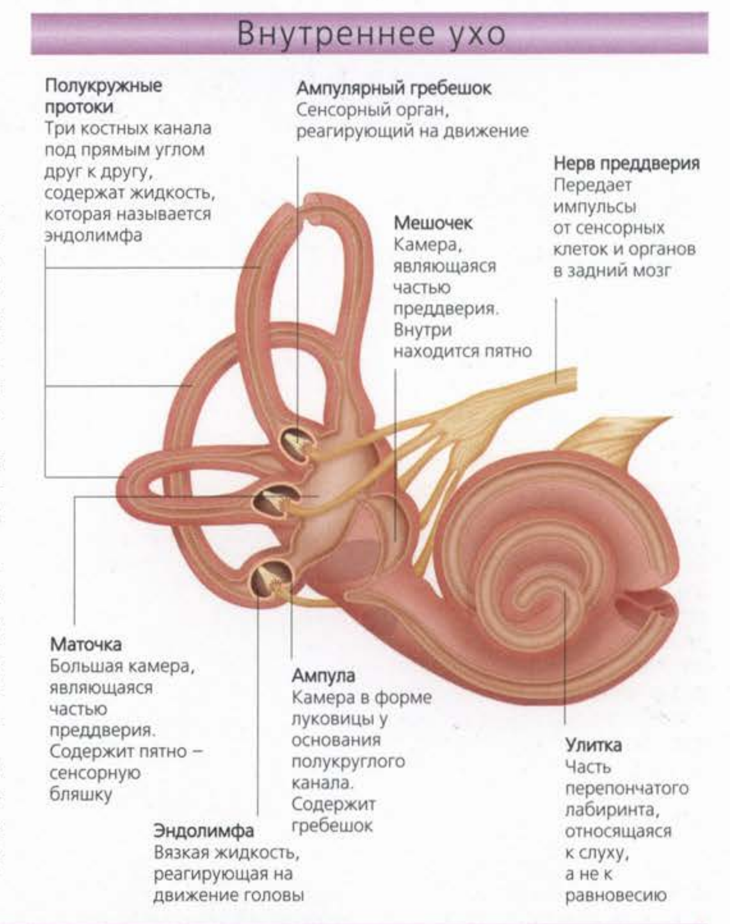
В преддверии находятся два перепончатых мешка, которые называются маточка и мешочек. Они известны как отолитовые органы и отвечают за нашу ориентацию. На внутренней поверхности каждого мешка имеется бляшка сенсорной клетки шириной 2 мм (пятно), которая следит за положением головы.

Пятна маточек располагаются горизонтально и передают информацию, когда голова движется из стороны в сторону.

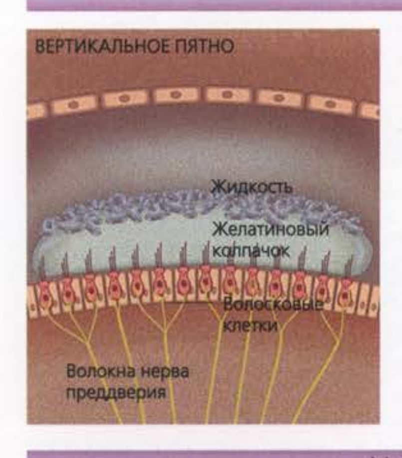
Гораздо меньше известно о пятнах мешочков, но поскольку они располагаются вертикально, то, возможно, они передают информацию о движении головы вперед и назад. Вместе они позволяют определять все возможные положения головы.

Сенсорные органы (особенно в маточке) играют важную роль в контролировании мышц ног, торса и шеи, чтобы тело и голова находились в вертикальном положении.

Внутреннее ухо



Как работают пятна

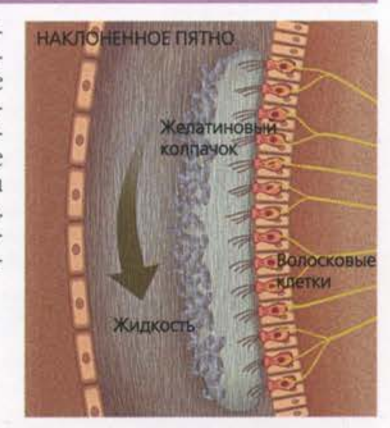


Каждое пятно состоит из слоя нейроэпителия. В этом слое находятся сенсорные клетки, которые называются волосковыми клетками и непрерывно посылают в головной мозг нервные импульсы. Волосковые клетки укрыты желатиновым колпачком, содержащим мелкие гранулярные частицы, которые придавливают волоски.

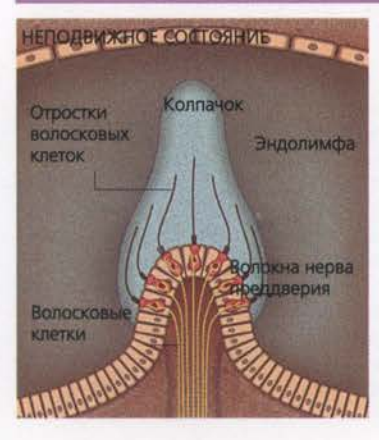
Пятно маточки – это горизонтальный желатиновый колпачок, содержащий крохотные волоски

Когда пучки волосков распрямляются – например, из-за наклона головы, – волосковые клетки стимулируются на изменение скорости передачи нервных импульсов. Волосковые клетки в центре округлые, а на периферии – цилиндрические. Это может повышать чувствительность даже к легкому наклону головы.

Когда голова наклоняется, эндолимфа и сила тяжести опускают колпачок вниз, стимулируя волосковые клетки



Что происходит с гребешком в ампулах



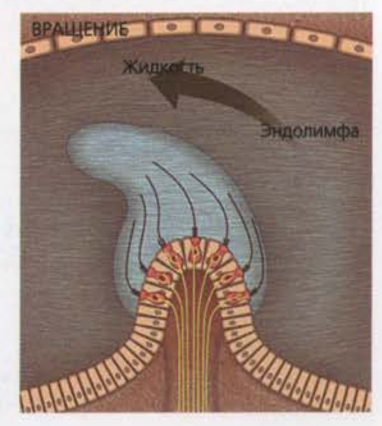
Гребешок – это конусообразная сенсорная структура в ампуле – расширенном основании каждого полукруглого канала. В каждом ухе шесть гребешков. Каждой гребешок окружен жидкостью, которая называется эндолимфа.

Каждый гребешок реагирует на изменения в частоте движений головы, посылая информацию через нерв преддверия в головной мозг.

Чувствительные волосковые клетки находятся в желатиновом колпачке. Любое движение головы вызывает водоворот жидкости вокруг колпачка, в результате чего активируются волосковые клетки.

Волоски связаны с волосковыми клетками и нервными волокнами. Когда голова неподвижна, колпачок не двигается

Когда голова движется, эндолимфа смещает колпачок, стимулируя при этом волоски. Они посылают сигналы в мозг, который регистрирует движения



Как мозг обрабатывает звук

Звук, поступающий в среднее ухо, преобразуется в нервные импульсы. Это сложный и неуловимый процесс, позволяющий мозгу распознавать и воспринимать широкий спектр звуков.

Улитка представляет собой извитую костную структуру, содержащую систему полостей, заполненных жидкостью.

Центральная полость, или канал, улитки содержит особую слуховую структуру, которая называется спиральным органом. Расположенный на базилярной мембране, этот спиральный орган содержит тысячи сенсорных волосковых клеток, преобразующих механические движения (вызванные звуковыми вибрациями, резонирующими в жидкости) в электрические нервные импульсы, которые затем передаются в головной мозг.

ПУТИ В МОЗГ

Нервные пути слуховой системы состоят из последовательностей нейронов, разбитых на параллельные серии. Импульсы зарождаются в спиральном органе и в конечном итоге достигают слуховых областей коры головного мозга, известных как поперечные височные извилины Гешля.

ТРАНЗИТНЫЕ СТАНЦИИ

По мере того как нейронная активность передается в головной мозг, она проходит через несколько «транзитных станций». Некоторые из этих «транзитных станций» особым образом реагируют на различные аспекты звукового сигнала, сообщая таким образом мозгу больше информации о звуке. Некоторые улитковые нейроны демонстрируют резкий взрыв активности в начале звука, что называется схемой первичной реакции; это информирует слуховую зону коры головного мозга о начале звуковой последовательности.

Нейроны, «транзитные станции» и различные слуховые центры мозга имеются с двух сторон. Они получают звук от противоположного уха.

Спиральный орган
Содержит чувствительные к вибрации волосковые клетки, передающие сигналы через слуховой нерв

Разрез улитки демонстрирует, каким образом вибрации передаются через мембранные участки от камер в волосковые клетки спирального органа

Пути сигналов в головной мозг

Слуховая зона коры головного мозга
Область височной доли коры головного мозга, получающая звуковой сигнал

Медиальное коленчатое тело
«Транзитная станция» для импульсов, следующих по слуховому нерву

Слуховая зона коры головного мозга

Внутреннее ухо

Средний мозг

Нейроны
Эти нейроны связывают ядра улитки с медиальным коленчатым телом

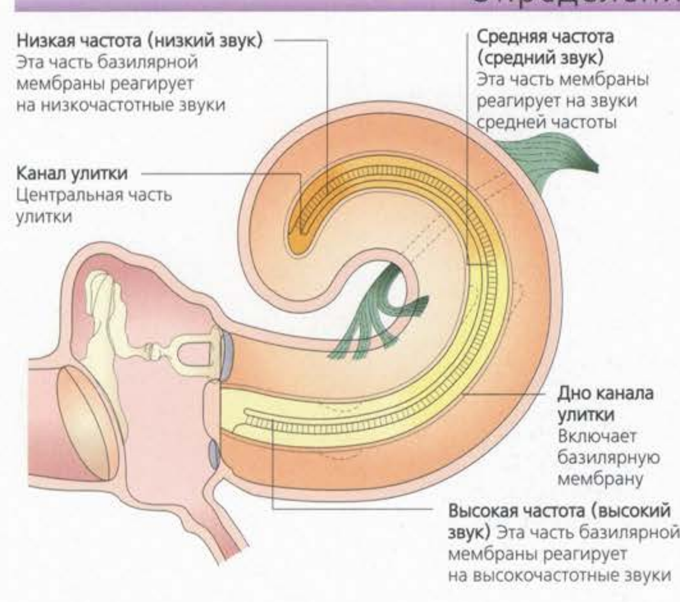
Улитковые ядра в стволовой части мозга
Здесь нейроны впервые встречаются в слуховом нерве

Мозговое вещество

Слуховой нерв
Передает сигналы от волосковых клеток в мозг

Нервные сигналы от улитковых волосковых клеток проходят через слуховой нерв и спинной мозг в слуховую зону коры головного мозга

Определение высоты звука



Волосковые клетки спирального органа способны передавать различные звуковые тоны, реагируя на разные частоты в разных местах базилярной мембраны, внося тем самым свой вклад в процесс фильтрации звука.

БАЗИЛЯРНАЯ МЕМБРАНА

Клетки в основании базилярной мембраны более четко реагируют на высокочастотные звуковые волны, тогда как клетки на верхушке базилярной мембраны более чувствительны к низкочастотным звукам. Это напоминает звукоряд фортепьяно, где в одном конце находятся высокие ноты, а в другом – низкие.

Однако существуют и дополнительные аспекты, используемые для преобразования различных тонов.

Представьте себе, что вы ударили по камертону, издающему ноту «ля». Звуковые волны, достигающие улитки, будут резонировать на частоте 440 циклов в секунду (Гц). Это заставляет и базилярную мембрану вибрировать с частотой 440 раз в секунду. Однако имеется особый отдел базилярной мембраны, структура которого такова, что при частоте 440 раз в секунду он будет вибрировать с максимальной амплитудой. Таким образом, нейроны этого участка будут подавать 440 сигналов в секунду.

Стимуляция групп волосковых клеток в особых местах базилярной мембраны позволяет мозгу различать звуки разной частоты или высоты

Как мозг распознает звуки

Нервные импульсы передаются в слуховую зону коры головного мозга, где несколько областей отвечают за распознавание сигналов.

Еще многое предстоит узнать о том, каким образом мозг распознает звуки и речь. Мы знаем, что есть несколько областей в височной доле с обеих сторон головного мозга, отвечающих за распознавание различных аспектов звука. Мы также знаем, что эти области получают массу дополнительной контекстной информации от различных «транзитных станций» по мере прохождения нервных сигналов в слуховую зону коры головного мозга.

ИДЕНТИФИКАЦИЯ ЗВУКА

Мозг идентифицирует звуки, распознавая особые характеристики каждого звука – такие как громкость, высота, длительность и интервалы между звуками. Из этих элементов мозг создает уникальную акустическую «картину» каждого звука, примерно таким же образом, каким цветной телевизор воспроизводит на экране весь цветовой спектр, используя точки всего трех цветов.

Слуховая зона коры головного мозга также разделяет различные звуки, поступающие одновременно, фильтрует их, анализирует и выдает содержательную информацию. Разумеется, мозг использует и зрительную область, куда поступает звук, чтобы сделать определенные предположения о том, каким он будет. Если мы видим, что говорит молодая девушка, то ждем звуков определенной высоты.

СЛУХОВАЯ АССОЦИАТИВНАЯ ЗОНА КОРЫ ГОЛОВНОГО МОЗГА

Слуховая ассоциативная зона коры головного мозга используется для обработки комплексных звуков, когда одновременно поступает множество звуковых волн. Это очень важно для распознавания речи, и повреждение этой зоны приводит к тому, что все звуки будут казаться одинаковыми.

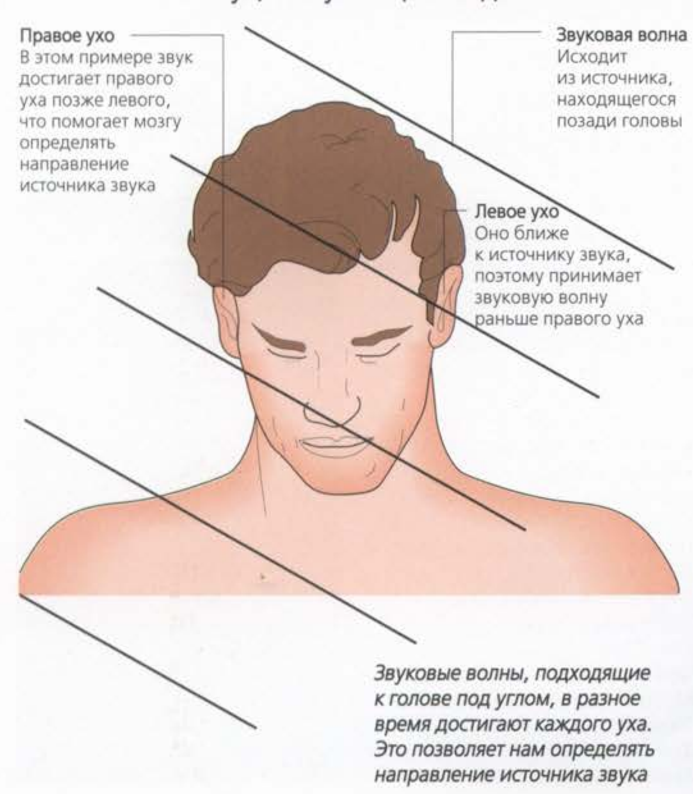


Слуховая зона коры головного мозга (розовая) распознает и анализирует звуки. Ассоциативная зона (желтая) различает более сложные их характеристики



Зрительная область коры головного мозга влияет на контекст распознавания звука. По телефону мы полагаемся только на звучание голоса

Определение места, откуда исходит звук



Звуковые волны, подходящие к голове под углом, в разное время достигают каждого уха. Это позволяет нам определять направление источника звука

Мозг очень точен при обработке информации о том, откуда исходит звук.

Он делает это двумя основными способами: определение незначительной разницы при синхронизации, или интенсивности, звука, достигающего обоих ушей.

Звуковая волна достигает уха, которое находится ближе к источнику звука, на долю секунды раньше, чем второго уха. Мозг способен определять разницу во времени, а следовательно, и направление источника звука.

Кроме того, если звук приходит со стороны, голова становится своего рода «звуковой тенью», укрывающей одно ухо, поэтому оно получает звук менее интенсивный, чем открытое ухо. Часто мы поворачиваем голову в направлении звука, чтобы его хорошо было слышно обоими ушами.

Однако даже с помощью одного уха мы способны определять источник звука. Это происходит потому, что небольшие детали звука, которые мы слышим, вызванные отражением волн от неровной поверхности ушной раковины, изменяются вместе с углом, под которым звук приходит к уху. Но мы знаем, что определенные звуковые различия связаны с определенными направлениями, и это помогает определять направление источника звука.

С раннего возраста дети учатся распознавать типичные звуки, приходящие с разных направлений. Они могут использоваться как эталон



Как тело чувствует боль

Боль – это не просто сигнал о повреждении определенных тканей тела, она также предупреждает человека об опасности. Болеутоляющие средства могут приносить облегчение, однако тело имеет собственную внутреннюю систему подавления боли.

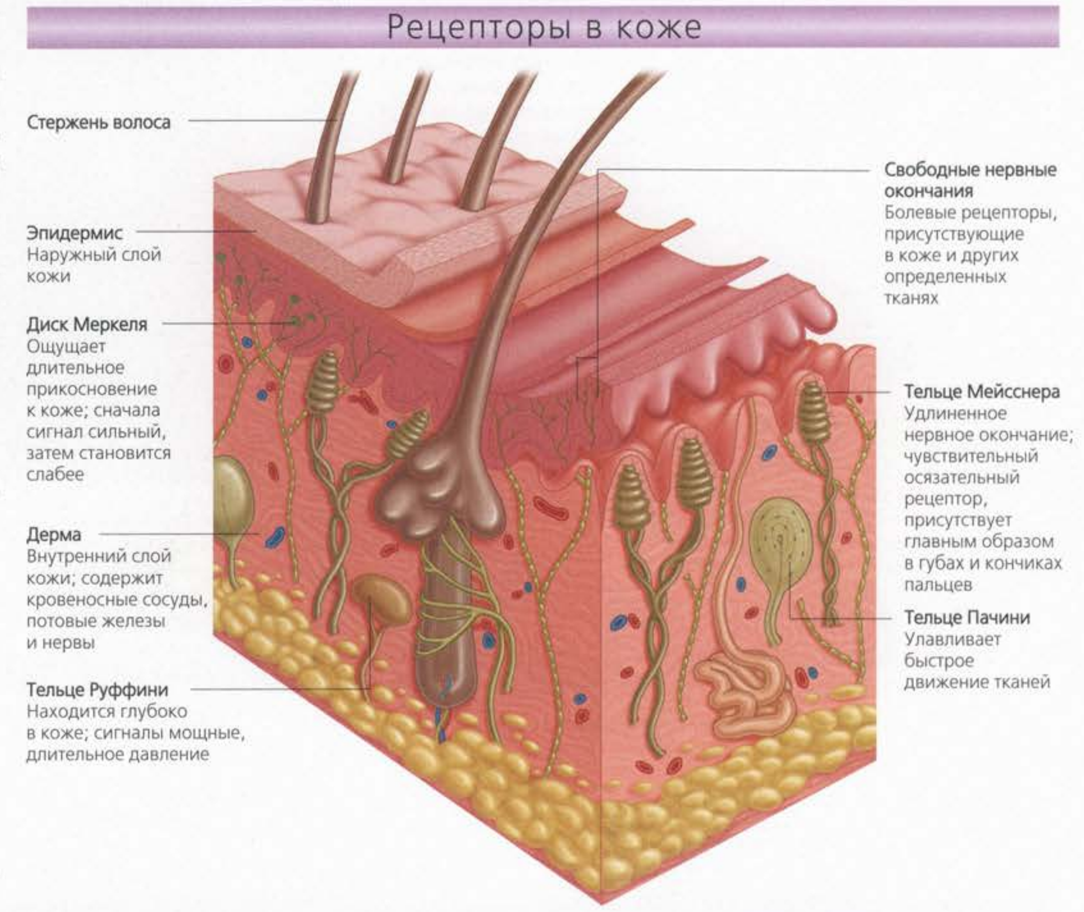
Каждое событие, вызывающее значительное повреждение тканей тела – будь то механическая травма (удар или рана), химическая (попадание кислоты, например) или термальная (сильный ожог или переохлаждение), – приводит к выделению большого количества химических веществ, таких как серотонин и гистамин.

Кроме инициирования реакций в тканях (вздутие и покраснение), эти химические вещества улавливаются специализированными нервными клетками, называемыми «свободные нервные окончания» и присутствующими в поверхностных слоях кожи, а также в некоторых внутренних органах. Это болевые рецепторы, они реагируют на вредные воздействия.

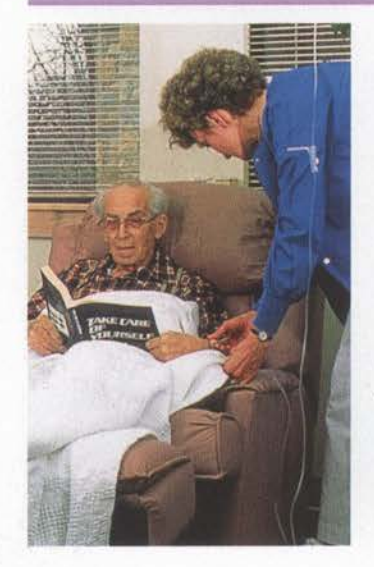
БОЛЕВЫЕ ИМПУЛЬСЫ

В ответ на химические изменения в тканях сенсорные клетки посылают нервные импульсы на ретрансляторы в спинном мозге. Оттуда они передаются дальше, в нижнюю часть головного мозга, в мозговой ствол и в таламус, откуда уже следуют на более высокие уровни головного мозга. Там информация анализируется и воспринимается как боль. В большинстве обстоятельств человек будет отстранен от источника боли.

Рецепторы в коже



Классификация боли

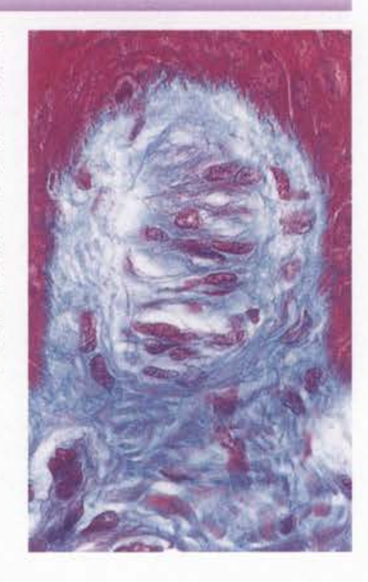


Существуют два вида боли, различающиеся по скорости ощущения. Первый ощущается сразу при обнаружении повреждения ткани, это резкая или острая боль. Ее импульсы необычайно быстро поступают в мозг через особые нервные окончания, которые называются А-волокна и имеют миелиновую оболочку, ускоряющую прохождение импульсов.

Целью острой боли является вызвать немедленную, подсознательную реакцию и отодвинуть тело от источника опасности; например, импульсы А-волокон заставляют отдергивать руку от огня.

Через некоторое время острая боль стихает, уступая место второму виду: ноющему, пульсирующему, болезненному, стойкому ощущению, характерному для хронической боли. Импульсы хронической боли поступают от сенсорных рецепторов, находящихся глубоко в тканях, и движутся в 10 раз медленнее, чем импульсы острой боли, по не имеющим миелиновой оболочки волокнам, которые называются С-волокна.

При хронической боли, как у этого больного раком, требуются внутривенные обезболивающие инъекции. Они подавляют импульсы С-волокон



Тельца Мейсснера передают сигналы по нервным волокнам с миелиновой оболочкой. Сигналы острой боли тоже проходят по таким волокнам

Подавление боли

В теле имеются три системы облегчения боли: каждая из них не допускает нервные импульсы к более высоким уровням головного мозга, блокируя их на ретрансляторах спинного мозга или на низших уровнях головного мозга.

Первую и самую простую болеутоляющую систему можно коротко описать, как «разотри получше». Однако за этим выражением скрывается сложная последовательность событий.

Два нерва встречаются в ретрансляторе спинного мозга, место их соединения называется синапс. Один нерв передает сигналы от сенсорных нервных окончаний, а другой доставляет их в головной мозг. Невропатологи называют синапс воротами: обычно они закрыты, но мощные импульсы, как при острой боли, могут заставить их открыться.

Однако синапс за один раз открывается только для одного типа пути. Вот почему импульсы А-волокон, которые движутся быстрее, достигают синапса раньше импульсов С-волокон и блокируют их, пока те сами не затихают. Но если больное место сильно потереть, генерируются импульсы А-волокон и снова достигают синапса быстрее, блокируя медленные импульсы С-волокон. В результате наступает облегчение болезненной, хронической боли.

ХИМИЧЕСКАЯ БЛОКИРОВКА

Вторая система основана на блокировании прохождения нервных импульсов с помощью химических средств. В ответ на болевые сигналы мозг вырабатывает эндорфины. Это собственные болеутоляющие средства, они блокируют рецепторы в стволе головного мозга и таламусе, а также ворота в ретрансляторах спинного мозга. Болеутоляющими веществами являются героин и морфий, они блокируют те же рецепторы.

ПОДАВЛЕНИЕ

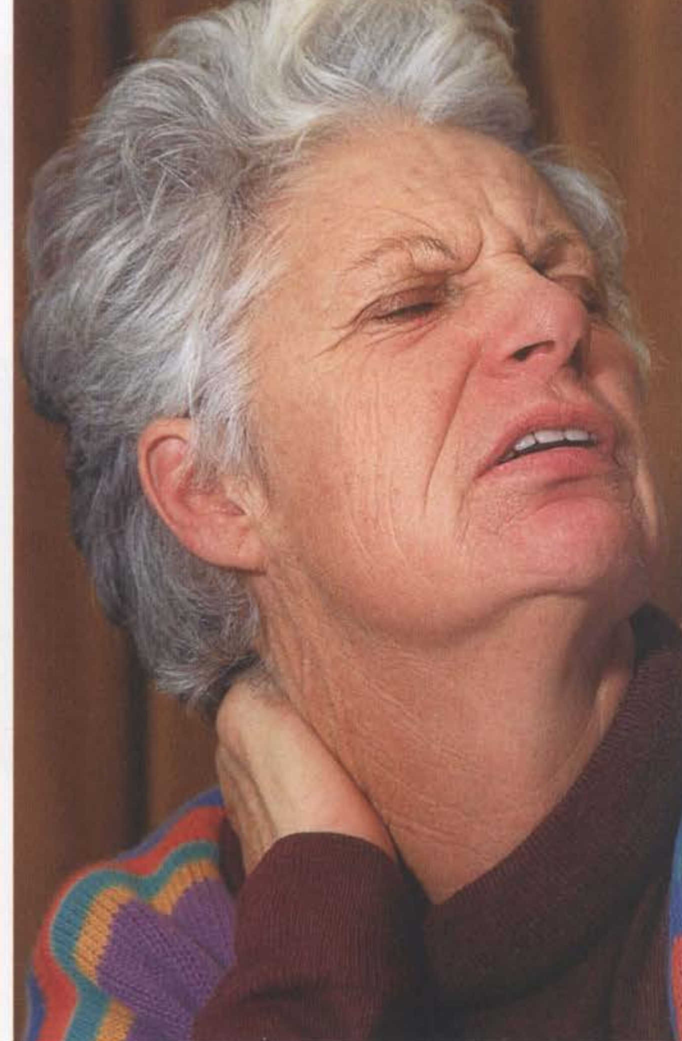
И наконец, головной мозг может посылать импульсы в спинной мозг для подавления сигналов боли в ретрансляторах. Эта система наиболее эффективна при очень сильной боли.

ТЕРПИМОСТЬ К БОЛИ

То, насколько сильно ощущается боль, зависит от количества эндорфинов (естественных болеутоляющих, выделяемых головным мозгом). Физическая нагрузка повышает уровни эндорфинов, как и спокойное состояние, приятные мысли и сон. И наоборот, страх, депрессия, тревога, недостаток физической нагрузки и сосредоточенность на боли – все это понижает их уровень. А чем меньше уровень эндорфинов, тем сильнее ощущается боль.



Вторая степень ожога, вызванная попаданием на кожу кипящего жира. Боль от таких травм сначала острая, а через несколько дней становится хронической



Естественной и подсознательной реакцией является растирание больного места, особенно если это мышцы. С точки зрения физиологии, растирание эффективно облегчает боль

Отраженная боль



Иногда боль ощущается в том месте, которое на самом деле не является источником боли, и в таких случаях это ощущение называется отраженной болью. Например, боль в области диафрагмы, которая может ощущаться в кончике плеча, и боль в сердце, как при стенокардии, которая ощущается в грудной клетке, в шее и вдоль внутренней стороны руки.

Такому явлению существуют два объяснения. Первое – ткани, сформированные из одинаковых эмбриологических строительных блоков, часто имеют одни и те же ретрансляторы спинного мозга, поэтому активность в одной части ретранслятора инициирует активность в другой его части. Второе – возможно наличие такого большого числа нервных импульсов от внутреннего органа, что они проходят по путям, которые обычно зарезервированы для других областей тела.

Врачи часто проверяют наличие отраженной боли, как части диагноза или заболевания внутренних органов. Это обычно вызывает удивление у пациентов, которые не могут понять, почему врачи при достаточно подробном медицинском осмотре игнорируют основной источник их боли.

Довольно распространена отраженная боль, ощущаемая в ухе. Зачастую ее причина связана с заболеваниями зубов, например с абсцессами или задержкой прорезывания, либо с заболеваниями гортани или глотки

Как работает память

Память – это способность головного мозга хранить информацию и обеспечивать доступ к ней. Кратковременная память хранит лишь небольшой объем информации, тогда как большие объемы информации хранятся в долговременной памяти.

Память – это способность хранить и отыскивать информацию. Запоминание является очень важной функцией, так как без нее невозможны обучение, мышление и умозаключение. Например, мы в самом раннем возрасте учимся тому, что нельзя прикасаться к горячим предметам, поскольку помним, что они обжигают и причиняют боль. Кроме того, наша память – совокупность нашего опыта – играет очень важную роль в развитии личности.



Люди несут в себе огромный объем информации, который накапливается годами. Эта информация хранится в долговременной памяти

ГОЛОВНОЙ МОЗГ

Память – это функция головного мозга, ее работу часто сравнивают с тем, как компьютер хранит и обрабатывает информацию.

Но если компьютер может хранить только миллиард битов информации, то головной мозг может хранить до 100 триллионов битов информации. Более того, слово «хранить» не совсем точное, поскольку, в отличие от компьютера, в головном мозге нет единого центра, который заполняется информацией. Запоминание – это функция многих частей головного мозга, а не какой-то одной структуры.

ВВОД ПАМЯТИ

Хранение памяти – очень сложный процесс, и опыт наших чувств предполагает, что может быть множество различных видов памяти: визуальная (зрение), слуховая (слух), обонятельная (запах), вкусовая (вкус) и осязательная (прикосновение).

Информация никогда не поставляется в одной простой форме, обычно она заключена в сложный контекст – из ежедневного опыта мы знаем, как важны для запоминания контекст и ассоциации. Например, простая информация, передаваемая нам посредством речи, будет сопровождаться таким контекстом, как лицо говорящего, голос и проявление эмоций.

ДВЕ ФОРМЫ

Существуют две формы памяти: краткосрочная и долговременная. Краткосрочная память хранит небольшой объем информации, и ее содержимое быстро исчезает. Долговременная память хранит значительные объемы информации.

Краткосрочная память



Исследования показывают, что краткосрочная память способна удерживать от пяти до семи тем за один раз на протяжении максимум одной минуты.

Например, вы способны помнить номер телефона, пока набираете его. Однако если номер абонента занят и вы повторяете набор, то вам уже придется снова посмотреть на номер – это результат того, что в памяти не осталось никакого следа этого номера.

Причиной подобной неспособности запоминания является то, что сложная информация не может запоминаться в тот момент, когда она воспринимается. Похоже, мозгу требуется какая-то форма анализа и процесс отбора, чтобы он мог определить, какую информацию усваивать, а какую нет. Но этот процесс не может происходить без предварительного временного сохранения информации.

Когда человек первый раз набирает номер телефона, он запоминает его лишь на короткое время. Краткосрочная память может запоминать за раз только несколько пунктов

КОНСОЛИДАЦИЯ

Сначала запомненные данные необходимо записать посредством краткосрочной памяти, а уж затем они консолидируются. Этот процесс требует изучения и классификации данных по аналогиям.

Консолидация переносит факты из краткосрочной памяти в долговременную на хранение. Считает, что консолидация – это результат изменения в структуре головного мозга, когда в нем формируются следы памяти.

Долговременная память

Большие объемы информации хранятся в долговременной памяти. Хранение и доступ к ним обеспечивают миндалина и гиппокамп.

Каждый человек несет в себе неисчислимое количество данных, которые хранятся в долговременной памяти. Сейчас точно известно, как сенсорные данные могут поступать в головной мозг для хранения в памяти.

ПОЛУШАРИЯ ГОЛОВНОГО МОЗГА

Совокупность сетей, через которые данные долговременной памяти записываются и воспроизводятся, расположена в крупных структурах на внутренних поверхностях височных долей каждого полушария головного мозга.

Эти огромные собрания нервных клеток известны, как миндалина и гиппокамп, и вместе они составляют лимбическую систему. Обе структуры соединены со всеми чувствительными областями коры головного мозга, и повреждение этих структур, например, в результате апоплексического удара или черепно-мозговой травмы, приводит к потере памяти.

ОБЛАСТИ ПАМЯТИ

Точная физическая база долговременной памяти неизвестна. Однако существуют свидетельства того, что области памяти те же самые, что и области мозга, в которых соответствующие сенсорные слепки обрабатываются в коре головного мозга.

Похоже, что в момент воспоминаний миндалина и гиппокамп вновь воспроизводят неврологическую активность, имевшую место во время сенсорной активности в определенной области коры головного мозга.

Миндалина и гиппокамп – это структуры головного мозга, связанные с памятью. Они преобразуют новую информацию в долговременную память

Полушарие головного мозга

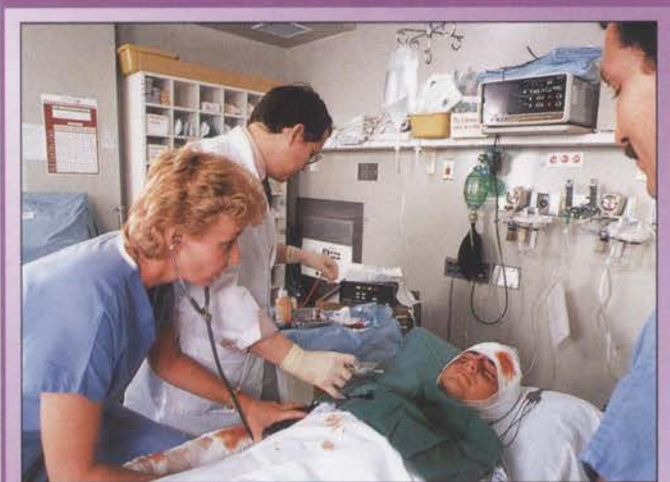
Гиппокамп

Трехмерный вид лимбической системы

Миндалевидные тела

Гиппокамп

Амнезия



Амнезия – это неспособность вспомнить недавние или прошлые события. В большинстве случаев вызывается физическими травмами головного мозга, хотя в редких случаях причиной может быть и эмоциональная травма, при которой воспоминания слишком болезненны.

Два вида

Амнезия может принимать одну из двух форм:

■ Ретроградная амнезия – в большинстве случаев возникает в результате удара по голове. Больной не может вспомнить, что происходило за несколько часов до удара, мозг не может обработать эту информацию.

■ Антероградная амнезия – возникает в результате повреждения гиппокампа, и человек не помнит, что с ним происходило после травмы. Воспоминания о прошлом сохраняются, но жизнь становится затруднительной, пациент не может вспомнить события от одного момента до следующего.

Пациенты с травмами головы могут испытывать амнезию. Пропадает память о событиях до (ретроградная) или после (антероградная) травмы

Потеря памяти

Большинство из нас не помнят первые пять лет своей жизни, а до возраста примерно 10 лет воспоминания фрагментарные и смутные. Вероятно, это происходит потому, что в первые пять лет жизни мозг еще недостаточно развит, чтобы обрабатывать и хранить информацию.

ДИСТРОФИЯ

В старости происходит естественная дистрофия мозга, поэтому память ослабевает.

Интересно, что у пожилых людей обычно слабеет краткосрочная память. Например, пожилой человек может точно вспомнить детали путешествия, состоявшегося 50 лет назад, но не способен вспомнить, что делал вчера. Это происходит потому, что способность обрабатывать новую информацию ослабевает с возрастом в результате физических и химических изменений в головном мозге. Кроме того, регулярные воспоминания о далеком прошлом обостряют долговременную память, постоянно оставляя в мозге следы памяти.

Пожилые люди часто хорошо помнят события далекого прошлого, но не могут вспомнить самые последние события. Это связано с возрастными изменениями в головном мозге



Как мы ощущаем эмоции

Внешние стимулы, получаемые органами чувств, поступают в головной мозг в виде нервных импульсов. Сначала их эмоциональная значимость определяется лимбической системой, после чего вырабатывается физиологическая реакция.

Ощущение эмоций включает сочетание физических и ментальных процессов, формирующих физиологические и психологические ощущения.

РЕАКЦИЯ НА СТИМУЛЫ

По большей части эмоции возникают в ответ на внешние стимулы. Ощущение эмоций зависит от характера стимулов и индивидуальной восприимчивости этих стимулов.

Физические аспекты эмоциональных ощущений можно разделить на два основных элемента.

- Неврологический процесс, инициируемый внешними или психологическими стимулами.
- Физиологическое возбуждение, вызванное стимулами.

РОЛЬ МИНДАЛИНЫ

Нервные импульсы чувств поступают в головной мозг, а именно в таламус, структуру среднего мозга, где они обрабатываются и передаются дальше различными путями. Считается, что их эмоциональная значимость определяется лимбической системой головного мозга, и в частности, миндалиной – миндалевидной структурой вблизи ствола головного мозга.

Миндалина оценивает эмоциональное содержание и объем входящего стимула, а также проводит быструю начальную оценку его значимости. Это помогает быстро определять наличие какой-либо опасности. Например, стимул от неожиданной встречи с кем-то в темной комнате будет отмечен миндалиной как потенциальная угроза, и тогда вырабатывается начальная эмоциональная реакция на страх.

РОЛЬ КОРЫ ГОЛОВНОГО МОЗГА

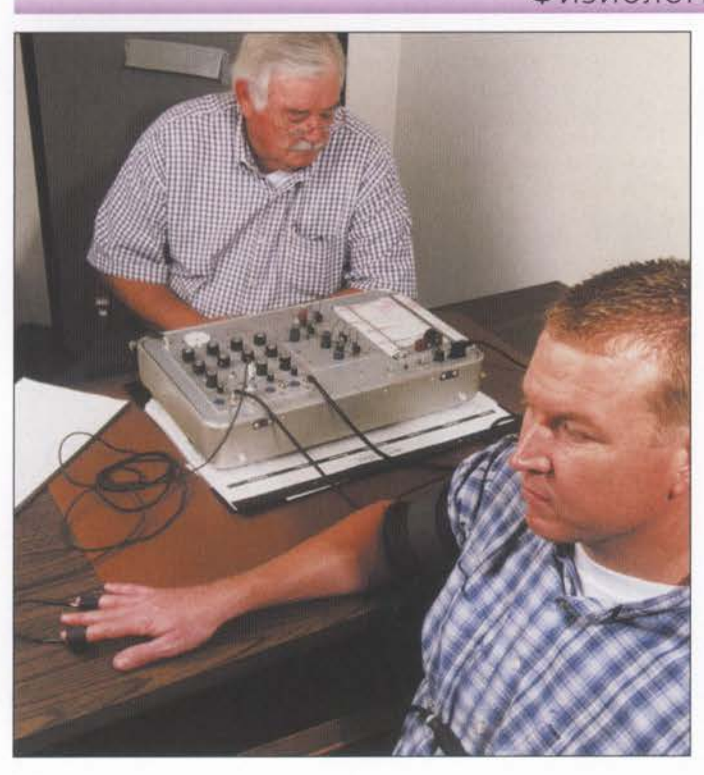
Высшие центры головного мозга в коре могут пересматривать решение миндалины, объединяя данные из других источников, таких как память и контекст, что позволяет им точно и взвешенно определять эмоциональную значимость стимулов.

В приведенном выше примере кора головного мозга использует память для идентификации встретившегося человека как друга.



Эмоциональные реакции обусловлены общей культурой. Эмоции, вызванные вымышленными событиями, порождают реальные реакции

Физиология эмоций



В основе работы детектора лжи лежит предположение о том, что когда человек лжет, это вызывает стрессовую реакцию. Она определяется с помощью физических изменений

Физиологические процессы ответственны за то, что мы называем висцеральными ощущениями, присутствующими в эмоциях. Они включают такие реакции, как сухость в рту, расширение зрачков и расстройство желудка.

Одна из целей эмоций – вызов активной реакции, и висцеральные ощущения являются частью процесса, с помощью которого эмоции готовят тело к физической реакции. Например, стимулы, вызывающие страх, также подготавливают тело к реакции на страх.

ЭНДОКРИННАЯ СИСТЕМА

Уровень и тип физиологического возбуждения определяются автономной нервной системой (АНС). Она, в свою очередь, регулируется эндокринной системой, когда выделяет гормоны в ответ на эмоциональные возбудители. Эти гормоны продуцируют множество висцеральных ощущений, связанных с эмоциями.

Двумя наиболее важными в этом плане гормонами являются адреналин и норадреналин, которые составляют симпатический отдел АНС, отвечающий за реакцию «борьба или бегство».

СХЕМЫ ВОЗБУЖДЕНИЯ

Гормоны продуцируют распространенные физиологические ощущения, присущие различным типам эмоций. Однако особые эмоции формируют специфические схемы физиологического возбуждения согласно их воздействию на другой тип химического посредника: нейротрансмиттеры.

Действуя вместе с гормонами, они вырабатывают спектр определенных схем реакции, и у каждой из этих схем свои значения сердцебиения, температуры пальцев, электрической проводимости кожи и т.д.

Психологический и культурный факторы

Более сложные эмоции, такие как стыд, включают в себя информацию от центров головного мозга, контролирующих знания и память.

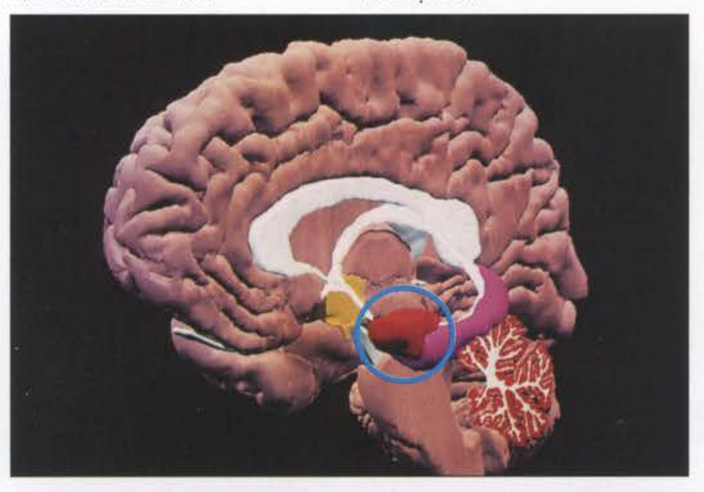
Эмоции включают в себя не только висцеральные ощущения. Как субъективный опыт, эмоции столь же психологичны, как и физиологичны. Эксперименты показывают, что лекарственные средства или гормоны могут осуществлять физиологическую коррекцию эмоционального возбуждения, не продуцируя при этом осознанное ощущение эмоции.

Более сложные эмоции, такие как чувство вины, включают больше ссылок на высшие мозговые центры, хранящие и использующие знания и память.

КОНТЕКСТ И КУЛЬТУРА

Факторы, влияющие на психологию эмоций, включают контекст и культуру. Например, во время прогулки по парку развлечений «пугающий» стимул может вызвать смесь страха и удовольствия.

Влияние культуры обусловлено специфическими для определенной культуры эмоциями, такими как китайская «печальная любовь». Если на Западе любовь всегда характеризуется как положительная эмоция, то в Китае она может вызывать негативные или смешанные чувства.



Нервные импульсы передают внешние стимулы от чувств в головной мозг. Затем миндалина (в кружочке) определяет ответную реакцию



«Американские горки» вызывают различные эмоции. Наши высшие мозговые центры определяют, радостное это развлечение или пугающее

Выражение эмоций

Давно считается, что некоторые эмоции физически связаны со способом их выражения, в особенности в плане мышечной активности или выражения лица. Проще говоря, некоторые эмоции и выражения лица тесно связаны.

Предполагается, что процесс обратим и что определенное выражение лица может вызвать соответствующие эмоции.

Обнаружено, что улыбка побуждает людей воспринимать стимулы более положительно. Вот предполагаемые механизмы, объясняющие этот процесс:

- Улыбка стимулирует выделение эндорфинов, улучшающих настроение.
- Возникает своего рода эффект обратной связи с улыбкой, который стимулирует мозговые центры, отвечающие за положительные эмоции.

Полушария мозга

Полушария мозга играют различные роли в распознавании лиц, выражения лица, а также в распознавании положительных и отрицательных эмоций.

Например.

- Некоторые области левого полушария специализируются на распознавании и обработке положительных эмоций, таких как радость.
- Некоторые области правого полушария специализируются на распознавании отрицательных эмоций, таких как печаль и страх.

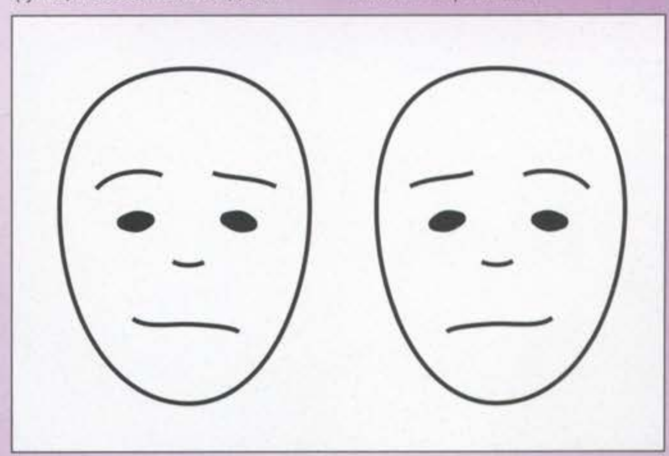


Лицо слева – зеркальное отражение лица справа, оно кажется более счастливым. Это объясняется обработкой эмоций полушариями головного мозга

Повреждение головного мозга может притуплять действие одних эмоций и усиливать действие других. Повреждение левого полушария может вызывать излишний страх или депрессию, тогда как повреждение правого полушария может вызывать неконтролируемый смех или маниакальный синдром. У людей в подавленном состоянии ослабляется функция левой лобной доли.

Подобную латерализацию можно увидеть на рисунке, приведенном ниже. Какое лицо выглядит более счастливым?

Большинство людей выбирают левый рисунок. Это происходит потому, что лицо левого рисунка находится в левом визуальном поле зрителя, и следовательно, обработано правым полушарием. А на самом деле это просто зеркальное отражение.



Как возникает смех

Смех – это реакция тела на радость, состоящая из жестов и звуков. Хотя смех и не влияет на продолжительность жизни, считается, что он действует как своего рода механизм расслабления.

Смех – физиологическая реакция на радость и юмор, и это специфическая человеческая реакция. Она состоит из двух компонентов; набора жестов и продуцирования звука. Когда человек обнаруживает что-то смешное, мозг одновременно инициирует обе эти реакции, что вызывает одновременные изменения в теле.

МИМИЧЕСКИЕ МЫШЦЫ

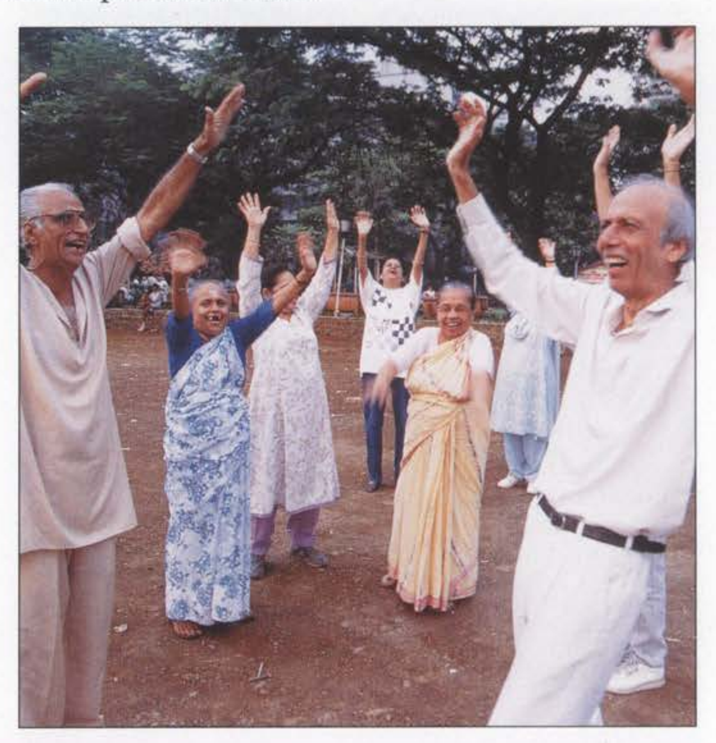
Смех включает сокращение 15 мимических мышц и стимуляцию большой скуловой мышцы, что вызывает поднимание верхней губы. Одновременно с этим надгортанник частично блокирует гортань, вызывая при этом прерывистые вдохи, от чего затрудняется дыхание.

В особых случаях могут активироваться слезные протоки, от чего по лицу катятся слезы смеха.

По мере того как смеющийся будет продолжать хватать ртом воздух, его лицо может покраснеть.

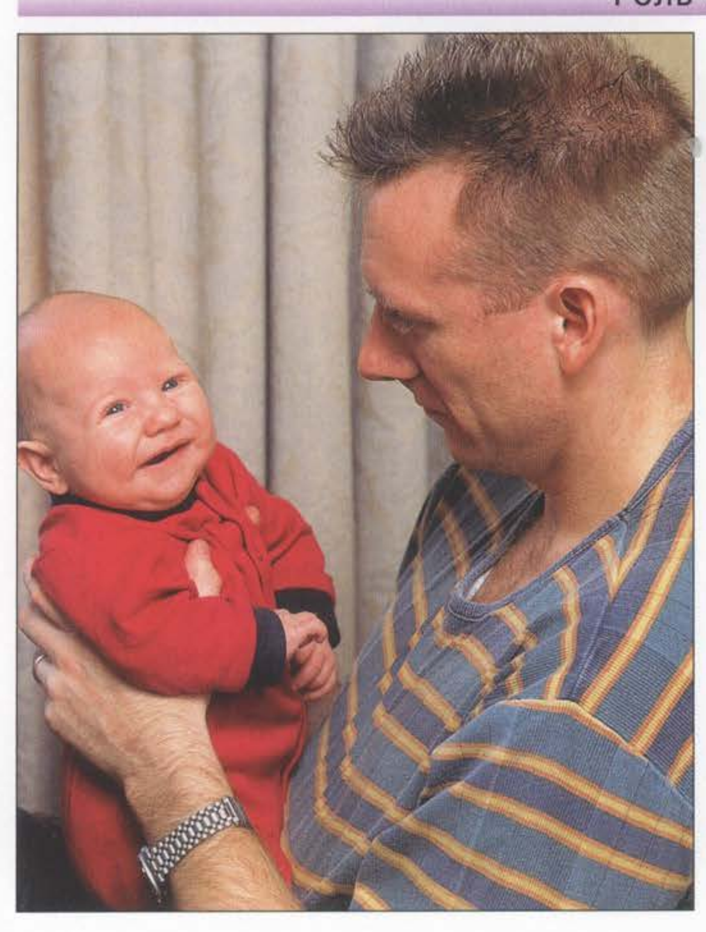
СПЕКТР ШУМОВ

Спектр характерных шумов, сопровождающих эту реакцию, простирается от тихого хихиканья до громкого хохота. На самом деле исследования звуковой структуры смеха (рисунок звуковых волн, выделяемых во время смеха) показывают, что любой человеческий смех состоит из различных схем базовой формы, которая представляет собой короткие, похожие на гласные звуки, повторяющиеся каждые 210 миллисекунд. Было также обнаружено, что смех возбуждает другие нервные цепочки в головном мозге, что в свою очередь генерирует больше смеха. Эта цепная реакция объясняет, почему смех может быть заразительным, что особенно хорошо видно при большом скоплении людей.



Обычный человек смеется около 17 раз в день. Существуют клубы любителей смеха (здесь показан такой клуб в Бомбее), где люди собираются и смеются вместе

Роль смеха



Улыбка и смех могут быть знаком доверия к другу или родственнику. Дети часто улыбаются и смеются при общении с родителями

Как и в случае с основной частью человеческого поведения, трудно определить точное назначение смеха, хотя он кажется разновидностью физического и психологического удовольствия. Многие теории предполагают, что смех является механизмом расслабления, а наши далекие предки использовали смех, как общий сигнал того, что опасность миновала. Более того, замедляя реакцию «бороться или бежать» – предназначенную для защиты тела при опасности, – смех также может являться знаком доверия к компаньону.

КОММУНИКАТИВНАЯ ФУНКЦИЯ

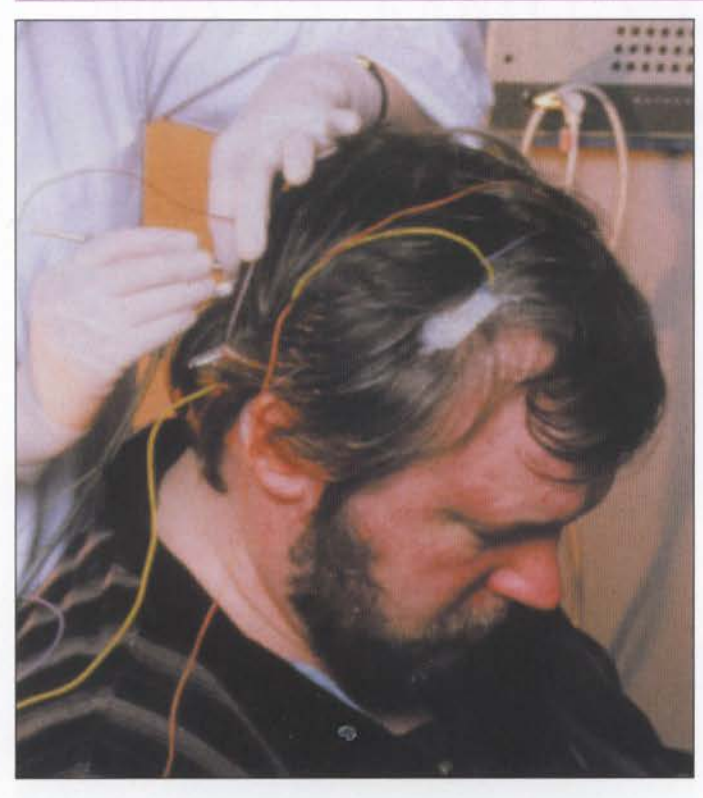
Многие ученые считают, что одной из функций смеха является коммуникативность, своего рода социальный сигнал, укрепляющий общность людей. Исследования культурологов и антропологов свидетельствуют, что люди обычно смеются вместе, когда чувствуют себя уютно в компании друг друга, и чем больше люди смеются вместе, тем крепче их человеческие отношения. Интересен и результат исследования, согласно которому люди в 30 раз чаще смеются вместе, чем в одиночестве, и даже использование закиси азота (веселящий газ) вызывает меньше смеха у одиночки.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследования также показывают, что смех соответствует социальной иерархии, то есть те, кто находятся наверху социальной лестницы, больше смеются и шутят, чем те, кто находятся внизу; например, когда начальник смеется, не обязательно вместе с ним смеются все его подчиненные. Но если начальник вовлекает в смех подчиненных, он тем самым контролирует эмоциональный климат в коллективе и демонстрирует свое главенствующее положение.

Смех, как и большинство видов человеческого поведения, является средством влияния на поведение других людей. В неловкой или опасной ситуации смех может служить примирительным жестом и средством устранения опасности. Если рассмешить того, кто вам угрожает, то риск конфронтации значительно уменьшается.

Роль головного мозга в смехе



ЭЭГ помогает изучать реакцию на смех. Пациентов подключают к аппарату, рассказывают им анекдот, а затем замеряют электрическую активность головного мозга

Гелотология изучает физические реакции, возникающие во время смеха, и проводится множество исследований с целью выяснения того, как инициируется смех.

Если другие эмоциональные реакции, похоже, ограничены участием в них одной части головного мозга (лобная доля), то смех включает целую цепочку, проходящую через несколько областей головного мозга, задействованных как последовательно, так и все вместе.

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭЭГ

Исследования проводились с помощью подключения пациентов к электроэнцефалографу (ЭЭГ) – аппарату, позволяющему измерять электрическую активность головного мозга. Затем пациентам рассказывали анекдоты и наблюдали за электрической активностью их головного мозга.

В течение менее чем секунды наблюдалось, как волна электрической активности проходит через кору головного мозга (наибольшая часть головного мозга). Было обнаружено, что если эта волна имела отрицательный заряд, то возникал смех, а если заряд был положительным, то смех не возникал.

ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ

Электрическая активность головного мозга во время смеха проходит следующий путь:

❶ Левая сторона коры головного мозга (слой клеток, укрывающий поверхность переднего мозга) стимулируется по мере анализа содержания шутки.

❷ Активируется лобная доля, обычно участвующая в эмоциональных реакциях.

❸ Стимулируется правое полушарие коры головного мозга – здесь происходит интеллектуальный анализ шутки, в ходе которого определяется, смешная ли она для данного человека или нет.

❹ Сенсорная обрабатывающая область затылочной доли головного мозга (область, расположенная в задней части головы и связанная с обработкой визуальных сигналов) активируется, когда нервные импульсы от правого полушария анализируются и преобразуются в сенсорную реакцию.

❺ Различные двигательные отделы (отвечающие за движение) головного мозга стимулируются, вызывая физическую реакцию на шутку.

ЛИМБИЧЕСКАЯ СИСТЕМА

Как и в случае с любой эмоциональной реакцией, лимбическая система мозга, похоже, играет центральную роль в процессе смеха. Лимбическая система – это сеть комплексных структур, которая находится под корой головного мозга и контролирует поведение.

Если эта область головного мозга у животных активно участвует в защите территории и охоте, то у человека она отвечает за эмоциональное поведение и память.

ЭМОЦИОНАЛЬНАЯ РЕАКЦИЯ

Исследования показывают, что миндалина, контролирующая тревогу и страх, и гиппокамп, играющий важную роль в обучении и памяти, являются основными областями головного мозга, участвующими в эмоциональных реакциях. Кроме того, гипоталамус определен исследователями как основной производитель громкого, неконтролируемого смеха.

Преимущества смеха



Люди всегда знали, что смех помогает им чувствовать себя лучше, но теперь имеются и научные свидетельства того, что смех действительно способствует здоровью.

Преимущества для здоровья

Смех обладает многими преимуществами для общего здоровья.

■ Иммунная система – смех замедляет реакцию «бороться или бежать», снижая уровни определенных гормонов, ответственных за эту реакцию. Это способствует здоровью, так как эти гормоны подавляют иммунную систему и повышают артериальное давление. Смех же активирует иммунную систему, вызывая увеличение количества белых кровяных клеток.

Смех гораздо больше, чем просто выражение радости; он действительно может способствовать здоровью. Здесь пациент, перенесший инсульт, и врач-логопед смеются вместе

■ Артериальное давление – смех понижает его, усиливая сосудистый кровоток и обогащение крови кислородом.

■ Слюна – смех приводит к усиленному продуцированию слюнного иммуноглобулина, не допуская проникновения патогенных микроорганизмов через дыхательные пути.

■ Физическая нагрузка – подсчитано, что 100 взрывов смеха эквивалентны по нагрузке 15 минутам езды на велосипеде. Смех тренирует диафрагму, мышцы живота, мимические мышцы, мышцы ног, спины и дыхательных путей. Это объясняет, почему после продолжительного смеха люди испытывают усталость.

■ Психическое здоровье – смех избавляет от отрицательных эмоций, злости или отчаяния. Сразу после первых работ Патча Адамса (врач, признававший благоприятное воздействие юмора при лечении пациентов) врачи стали проявлять интерес к терапевтическим свойствам смеха.

Как мы спим

Во время сна тело погружается в измененную степень сознания. Раньше считалось, что единственной функцией сна является отдых, однако исследования показали, что во время сна головной мозг отнюдь не бездействует.

Сон – относительно бессознательное состояние при малой подвижности тела. В отличие от комы, люди могут пробуждаться ото сна в результате внешней стимуляции. Относительно мало известно о точной функции феномена сна, и это несмотря на тот факт, что около трети своей жизни обычный человек проводит во сне.

ВОССТАНОВИТЕЛЬНАЯ ФУНКЦИЯ

В прошлом считалось, что сон выполняет только восстановительную функцию. Однако проводившиеся недавно исследования сна с помощью электроэнцефалографии показали, что это отнюдь не так. Если двигательная активность во сне замедляется, то, похоже, мозг в это время совсем не бездействует. Хотя функционирование сознательной части мозга и подавляется, функции ствола головного мозга, такие как контроль дыхания, сердцебиения и артериального давления, задействованы.

ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ

Во время сна люди закрывают глаза, тело принимает удобную позу – обычно человек лежит. Гормональные изменения вызывают замедление ритмов сердца и дыхания. Кроме того, снижается пищеварительная активность, а моча концентрируется, что обеспечивает период непрерывного сна.



Во сне чувствительная часть головного мозга подавлена. Однако мы продолжаем реагировать на внешние стимулы

Виды сна

Наблюдая за активностью мозга, ученые определили два состояния сна. Это сон с медленными движениями глаз – медленный сон и сон с быстрыми движениями глаз – быстрый сон. Состояния чередуются на протяжении ночи и выполняют различные роли.

ФАЗА МЕДЛЕННОГО СНА

В первые 45 минут сна тело проходит четыре стадии все более глубокого сна с медленными движениями глаз. Считается, что это обусловлено снижением частоты волн головного мозга, но увеличением их амплитуды.



Четыре стадии сна с медленными движениями глаз.

- Первая стадия – глаза закрываются и начинается расслабление. Сознательные мысли начинают улетучиваться. При стимуляции тела быстро возникает возбуждение.
- Вторая стадия – электроэнцефалограмма более неровная, возбуждение затрудняется.
- Третья стадия – скелетные мышцы начинают расслабляться, и часто возникают сновидения.
- Четвертая и последняя стадия (медленный сон) – тело расслабляется полностью, возбуждение затруднено. Могут возникать недержание мочи и лунатизм.

ФАЗА БЫСТРОГО СНА

Примерно через час после начала сна рисунок электроэнцефалограммы меняется, он становится более неровным и частым, что указывает на наступление сна с быстрыми движениями глаз. Подобное изменение активности головного мозга сопровождается повышением температуры тела, увеличением сердцебиения, частоты дыхания и повышением артериального давления, а также снижением пищеварительной активности.

Исследования активности мозга во время сна выявили две основных стадии. Во время быстрого сна мозг очень активен, также учащается дыхание

Схема активности мозга на этой стадии сна более типична для состояния бодрствования, хотя на самом деле тело вдыхает больше кислорода, чем во время бодрствования.

Обычно во время этой фазы глаза двигаются быстро под веками, хотя движения остальных мышц тела заторможены, и они становятся слабыми, что приводит к временному параличу, не позволяющему нам проявлять активность во сне. Но быстрый сон составляет около 20% от сна взрослого человека.

СНОВИДЕНИЯ

Большинство сновидений возникает во время быстрого сна. В это время человека труднее всего разбудить, хотя спящие в этот момент могут просыпаться непроизвольно, и в этих случаях они будут помнить детали сновидений.

ХИМИЧЕСКИЕ ПОСРЕДНИКИ

В дополнение к изменениям рисунков волн в мозге во время сна изменяются еще и уровни нейротрансмиттеров (химические посредники, выделяемые мозгом). Уровни норадреналина понижаются, а уровни серотонина повышаются. Это происходит потому, что норадреналин отвечает за поддержание бдительности, тогда как серотонин выполняет функцию нейротрансмиттера сна.

Роль сна

Сон позволяет мышцам расслабляться, в теле накапливается энергия. Сколько сна необходимо человеку, определяется индивидуально.

Самой очевидной функцией сна является физическое восстановление организма. Пока мы спим, наши мышцы расслаблены, что позволяет им отдыхать. Телу требуется больше сна после серьезных физических нагрузок или после болезни.

АКТИВНОСТЬ ГОЛОВНОГО МОЗГА

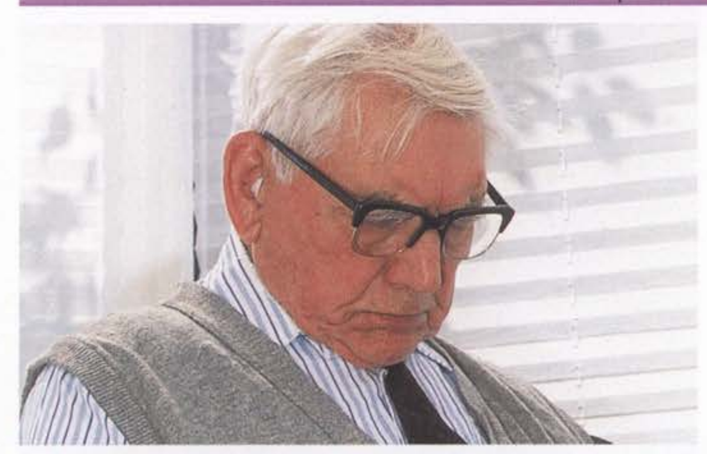
Медленный сон является восстановительной стадией, большинство нервных механизмов бездействуют. Исследования, связанные с лишением сна, показывают, что при непрерывном лишении быстрого сна у пациентов ухудшается настроение, они впадают в депрессию.

Существует множество теорий, касающихся активности головного мозга во время сна. Очень возможно, что быстрый сон дает головному мозгу возможность анализировать события дня, отбрасывая ненужную и обрабатывая полезную информацию, а также перерабатывая эмоциональные проблемы в сновидениях.



Во время быстрого сна активность головного мозга значительно возрастает. В это время мозг вбирает в себя информацию, полученную в течение дня

Потребность в сне



Потребность в сне и его схемы меняются на протяжении жизни человека. Если ребенку до 10 лет требуется ежедневно спать 16 часов, то обычному здоровому взрослому человеку хватает 7 часов.

В пожилом возрасте потребность в сне значительно снижается, люди после 60 обычно спят мало, но более часто. Пожилые люди быстрее утомляются, поэтому могут дремать в течение дня.

Потребность в сне у каждого человека различная, и она меняется с возрастом. Пожилым людям требуются более короткие, но более частые отрезки сна, и они часто дремлют в течение дня

СХЕМЫ СНА

Схемы сна тоже меняются на протяжении жизни: продолжительность быстрого сна начинает уменьшаться с детства, а потребность в нем часто полностью исчезает после 60 лет.

Вот почему у пожилых людей сон обычно неглубокий, и они значительно чаще просыпаются по ночам. Им уже не удается погружаться в более глубокий быстрый сон. Сон уже не дает им того отдыха, как в молодости.

Нарушение сна

Хотя точная роль сна полностью не известна, он явно улучшает наше умственное и физическое состояние.

Бессонница

Бессонницей люди страдают от неспособности погрузиться в продолжительный и крепкий сон, необходимый для полноценного отдыха. Если человек недосыпает продолжительное время, у него появляются признаки усталости, снижается способность концентрироваться и выполнять ежедневные дела, а иногда появляются даже симптомы паранойи.

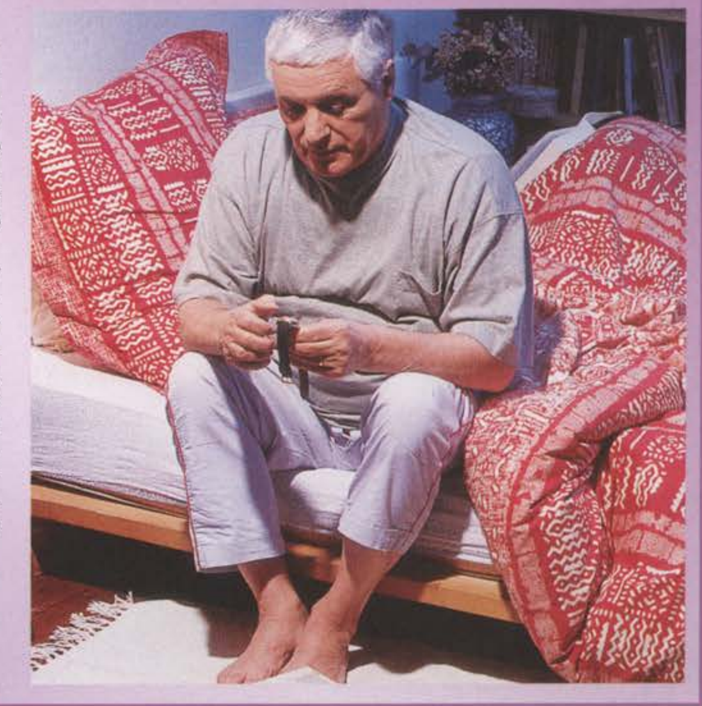
Причиной бессонницы может быть неблагоприятная окружающая среда; психические расстройства, вызывающие одышку или болевые ощущения; нерегулярный сон. Однако наиболее распространенной причиной бессонницы являются психологические расстройства, такие как тревожное состояние или депрессия.

Нарколепсия

Нарколепсия – это полная противоположность бессонницы. Страдающие этим заболеванием почти не контролируют свой сон, они могут неожиданно заснуть прямо на работе. Такие эпизоды бессознательного сна могут длиться от 5 до 15 минут и случаются в любое время.

Подобное заболевание таит в себе серьезную угрозу, например, когда больной купается или работает у станка. Причина нарколепсии непонятна; возможно, она вытекает из неспособности затормаживать быстрый сон. Большинство людей спят некоторое время, прежде чем погрузиться в глубокий сон, а нарколептик погружается в быстрый сон сразу же, как заснет.

Бессонница – это заболевание, при котором человек плохо спит. Причины ее зачастую психологические



Как мы видим сны

Около одной пятой части сна занимают сновидения, хотя многие люди утверждают, что не помнят свои сны. Умственная активность во сне очень отличается от умственной активности в состоянии бодрствования.

Хотя многие люди утверждают, что не видят сны, исследования показали, что около 20% сна обычного взрослого человека занимают сновидения.

ЧТО ТАКОЕ СНЫ?

Сны – форма умственной активности, очень отличающаяся от умственной активности в состоянии бодрствования.

Сон – это серии образов, мыслей и ощущений, создаваемых разумом во время сна. Сны могу принимать форму приятных фантазий, ежедневных ощущений или пугающих кошмаров.

ИССЛЕДОВАНИЯ СНОВИДЕНИЙ

Глубокие исследования, в ходе которых пациентов наблюдали во время сна, будили во время сновидений и расспрашивали о снах, выявили многое о характере активности во время сновидений.

Похоже, что большинство сновидений скорее перцепционные, чем концептуальные – это означает, что основную роль в них играют воображение и слух, а не мысли. Другими словами, в своих сновидениях мы часто выступаем наблюдателями, следящими за чередой событий, а не управляем этими событиями и не думаем о них.

ЧУВСТВЕННЫЙ ОПЫТ

С точки зрения чувств, визуальный опыт присутствует почти во всех сновидениях, а на долю слуха в сновидениях приходится от 40 до 50%. По сравнению с другими оставшимися чувствами – осязание, вкус и обоняние – их доля в сновидениях составляет лишь небольшой процент.

ЭМОЦИИ

Важнейшей характерной чертой всех сновидений, похоже, являются одиночные и сильные эмоции, такие как страх, гнев или радость, а не комбинированный спектр слабых эмоций, испытываемых в состоянии бодрствования.

Большинство сновидений представляют собой обрывочные сюжеты, состоящие из воспоминаний и фрагментарных сцен. Диапазон снов простирается от очень приятных до необычайно жутких.



Во время сна головной мозг создает сюжеты, известные нам как сновидения. Они состоят из живых визуальных образов и зачастую сильных эмоций

Когда возникают сновидения?

Исследования последних лет показали, что существуют два четко различаемых состояния сна: медленный сон и быстрый сон.

Медленный сон составляет большую часть из того времени, когда мы спим; он ассоциируется с относительно медленным ритмом пульса, низким артериальным давлением и слабой степенью активации автономной нервной системы.



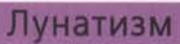
Очень мало сновидений возникает в этом состоянии сна, и они состоят скорее из мыслей, чем из живых образов.

Быстрый сон возникает циклически в течение всего сна, и он характеризуется повышенной сознательной активностью головного мозга, быстрым движением глаз из стороны в сторону под веками, а также частыми сновидениями.

Обычно у человека за ночь возникает четыре или пять периодов быстрого сна, хотя, как правило, на следующее утро человек вспоминает всего один сон, если вообще вспоминает.

Быстрый сон возникает с интервалами примерно 90 минут и составляет около 20% всего ночного сна. Данные исследований предполагают, что сновидения длятся от 5 до 20 минут.

Исследования сна показывают, что большинство сновидений возникают в периоды быстрого сна. Эти периоды характерны быстрыми движениями глаз под веками



Лунатизм

Когда мы спим, наши мышцы становятся очень расслабленными, в результате чего тело временно парализуется. Это предотвращает от каких-либо действий под влиянием сновидений. У некоторых людей этот механизм работает не столь эффективно, и спящий может прийти в активное состояние, иногда он даже встает и расхаживает в полубессознательном состоянии. Подобный феномен известен как сомнамбулизм, или лунатизм.

Лунатики часто могут совершать какие-то действия и даже поддерживать разговор. Очень часто они не помнят ничего из того, что происходило ночью.

Активность мозга во сне

Когда мы видим сон, лимбическая система (часть головного мозга, связанная с эмоциями, чувствами и долговременной памятью) активна, тогда как передний мозг (связан с краткосрочной памятью и интеллектом) бездействует. Этим объясняется природа наших сновидений.

Недавние исследования с использованием позитроно-эмиссионной томографии (ПЭТ), которая позволяет измерять приток крови в головной мозг, показывают, что различные части мозга активны, когда мы видим сны и когда бодрствуем.

ПРЕФРОНТАЛЬНЫЙ КОРКОВЫЙ СЛОЙ

Во время обычного состояния бодрствования префронтальный корковый слой – передняя часть мозга – наиболее активен. Эта часть мозга отвечает за наши осознанные мысли, интеллект, рассудок и кратковременную память.

ЛИМБИЧЕСКАЯ СИСТЕМА

Исследования показывают, что во время быстрого сна кора префронтальной области мозга полностью бездействует, тогда как лимбическая система (часть мозга, контролирующая эмоции и долговременную память) наиболее активна.

Наверное, это можно объяснить сильными эмоциями, которые человек испытывает во время быстрого сна, а также возвратом давних воспоминаний (часто сновидения переносят нас к событиям, которые происходили давно).

То, что кратковременная память бездействует, можно отнести на счет причудливого содержания сновидений – меняющиеся сцены, обрывочные фрагменты, люди с неопределенной внешностью. Этим можно объяснить и тот факт, что многие люди, проснувшись, не помнят свои сновидения.

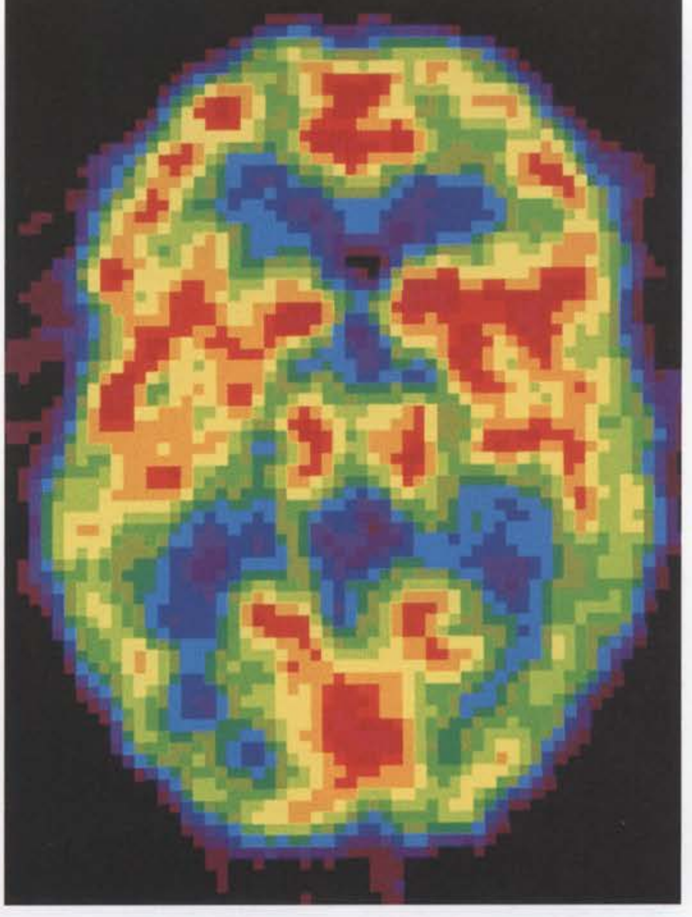
ВИЗУАЛЬНЫЕ ОБРАЗЫ

Исследования с помощью ПЭТ также обнаружили, что первичная зрительная кора – часть головного мозга, отвечающая за зрение во время бодрствования, – бездействует во время сна. Активна другая зрительная область, которая называется экстрастриарная кора.

Экстрастриарная кора является зрительной областью, отвечающей за распознавание комплексных объектов, лиц и эмоций. Этим можно объяснить живые визуальные образы в большинстве сновидений.



Содержание наших сновидений часто кажется совершенно оторванным от реального мира. Мы можем видеть ситуации и сцены, которых никогда не было



Исследования с помощью ПЭТ показывают, что во время сновидений и бодрствования активны различные части головного мозга

Роль сновидений



На протяжении всей истории роль сновидений порождала различные теории. Древние культуры придавали большое значение сновидениям, они верили в их божественное происхождение и даже в способность предсказывать будущее.

Подсознательная экспрессия

Психолог Зигмунд Фрейд считал, что сновидения представляют собой «путь к подсознанию» и являются выражением тайных (обычно сексуальных) желаний.

Сегодня многие психоаналитики используют изложения сновидений как часть клинического лечения.

Долгое время считалось, что сновидения являются выражением подсознания. Анализ сновидений используется психоаналитиками

Сновидения и функция головного мозга

Новейшие теории предполагают, что сновидения, возможно, непосредственно связаны с системой долгосрочной памяти. Проводились исследования, показавшие, что пациентам, лишенным быстрого сна, гораздо сложнее усваивать новую информацию.

Другие исследования демонстрируют, что быстрый сон увеличивается по продолжительности, когда мы пытаемся усвоить новую информацию или решить сложную задачу. Отсюда можно предположить, что информация, хранящаяся в краткосрочной памяти, передается в долговременную память во время сновидений.

Как тело реагирует на физическую нагрузку

Во время физической нагрузки физиологические потребности тела меняются определенными способами. При физической нагрузке мышцам необходимо больше кислорода и энергии, которые получает тело.

Для повседневной активности телу требуется энергия. Эта энергия продуцируется организмом из пищи. Однако при физической нагрузке телу требуется больше энергии, чем в спокойном состоянии.

Если физическая нагрузка кратковременная, например резкий рывок к автобусной остановке, организм способен быстро увеличить снабжение мышц энергией. Это происходит потому, что в теле имеется небольшой запас кислорода, и оно способно дышать анаэробно (продуцировать энергию без использования кислорода).

Если физическая нагрузка долговременная, количество необходимой энергии возрастает. Мышцы должны получать больше кислорода, что позволяет телу дышать аэробно (продуцировать энергию с использованием кислорода).

СЕРДЕЧНАЯ АКТИВНОСТЬ

Наше сердце бьется с частотой примерно 70–80 ударов в минуту; после физической нагрузки сердцебиение может достигать 160 ударов в минуту, при этом оно становится более мощным. Таким образом, у нормального человека минутный объем сердца может увеличиваться чуть более, чем в 4 раза, а у спортсмена даже в 6 раз.

СОСУДИСТАЯ АКТИВНОСТЬ

В спокойном состоянии кровь проходит через сердце в объеме примерно 5 л в минуту; во время физической нагрузки этот показатель составляет 25 и даже 30 л в минуту.

Этот кровоток направлен к активным мышцам, которые нуждаются в нем больше всего. Происходит это за счет уменьшения кровоснабжения тех участков тела, которым это требуется меньше, и за счет расширения кровеносных сосудов, что позволяет увеличить кровоток к активным мышцам.

ДЫХАТЕЛЬНАЯ АКТИВНОСТЬ

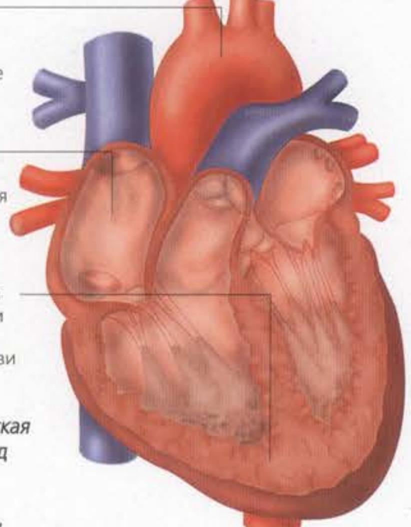
Циркулирующая кровь должна быть полностью обогащена кислородом, что требует учащения дыхания. При этом в легкие поступает до 100 л кислорода в минуту против обычных 6 л.



У бегуна на марафонские дистанции минутный объем сердца на 40% больше, чем у нетренированного человека

Изменения в сердечной деятельности

Воздействие физической нагрузки на сердце



Интенсивная физическая нагрузка вызывает ряд изменений в кровообращении. Полезна и для работы сердечной мышцы

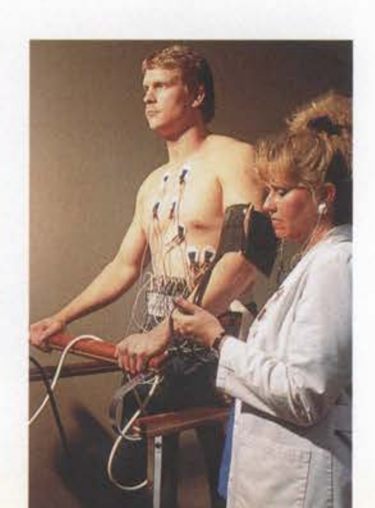
Во время физической нагрузки сердечный ритм и минутный объем сердца возрастают. Это происходит благодаря повышенной активности нервов, иннервирующих сердце.

УСИЛЕННЫЙ ВЕНОЗНЫЙ ВОЗВРАТ

Объем крови, возвращающейся в сердце, возрастает благодаря следующим факторам.

- Снижается упругость кровеносных сосудов мышечного ложа.
- В результате активности мышц больше крови перекачивается обратно в сердце.
- При учащенном дыхании грудная клетка совершает движения, способствующие перекачке крови.
- Сокращения вен проталкивают кровь назад в сердце.

Когда желудочки сердца наполняются, мышечные стенки сердца растягиваются и работают с большей силой. В результате больше крови выталкивается из сердца.



Исследования изменений кровообращения при физических нагрузках показывают их прямую зависимость от нагрузки

Изменения в кровообращении



При физической нагрузке тело усиливает приток крови к мышцам. Это обеспечивает повышенное снабжение кислородом и питательными веществами.

Еще до того как мышцы испытывают физическую нагрузку, приток крови к ним может увеличиваться по сигналам мозга.

РАСШИРЕНИЕ КРОВЕНОСНЫХ СОСУДОВ

Импульсы симпатической нервной системы заставляют кровеносные сосуды в мышечном ложе расширяться, увеличивая приток крови. Чтобы удерживать их расширенными, происходят еще и локальные изменения, включающие снижение уровня кислорода и повышение уровня углекислого газа и других продуктов метаболизма дыхания в мышцах.

Повышение температуры в результате активности мышц также приводит к расширению сосудов.

СОКРАЩЕНИЕ СОСУДОВ

В дополнение к этим изменениям в мышечном ложе кровь отводится от других тканей и органов, менее нуждающихся в крови в данный момент.

Нервные импульсы вызывают сужение кровеносных сосудов в этих областях, особенно в кишках. В результате кровь перенаправляется в области, наиболее нуждающиеся в ней, что позволяет ей поступать в мышцы во время следующего цикла кровообращения.

Во время физической нагрузки кровоток особенно возрастает у молодых людей. Он может увеличиваться более чем в 20 раз

Изменения дыхания



Во время физической нагрузки тело потребляет гораздо больше кислорода, чем обычно, и дыхательная система должна реагировать на это увеличением легочной вентиляции. Хотя при физической нагрузке частота дыхания стремительно растет, точный механизм этого процесса не установлен.

Когда тело потребляет больше кислорода и выделяет больше углекислого газа, рецепторы, способные определять изменения уровней газов в крови, могут стимулировать дыхание. Однако наша реакция возникает гораздо раньше, чем могут быть обнаружены какие-либо химические изменения. Это условный рефлекс, который заставляет нас подавать сигналы легким на увеличение частоты дыхания при начале физической нагрузки.

Чтобы удовлетворить повышенные потребности тела в кислороде при мышечной активности, телу нужно больше кислорода. Поэтому дыхание учащается

РЕЦЕПТОРЫ

Некоторые ученые предполагают, что небольшое увеличение температуры, возникающее почти сразу, как только мышцы начинают работать, как раз и отвечает за стимуляцию более учащенного и глубокого дыхания. Однако регулирование дыхания, позволяющее нам вдыхать точный объем кислорода, необходимый мышцам, контролируется химическими рецепторами головного мозга и главных артерий.

Температура тела во время физической нагрузки

Чтобы снизить температуру во время физической нагрузки, тело использует механизмы, подобные используемым в жаркий день для охлаждения.

- Расширение сосудов кожи – позволяет теплу от крови уходить в окружающую среду.
- Усиленное потоотделение – пот испаряется на коже, охлаждая тело.
- Усиленная вентиляция легких – помогает рассеивать тепло за счет выдоха теплого воздуха.

У хорошо тренированных спортсменов объем потребления кислорода может увеличиваться в 20 раз, а количество тепла, выделяемого телом, почти в точности пропорционально потреблению кислорода.

Если механизм потоотделения не может справиться с теплом в жаркий и влажный день, может возникнуть опасный, а иногда и смертельный тепловой удар. В таких случаях главная задача состоит в том, чтобы как можно быстрее снизить температуру тела.



Для охлаждения тело использует несколько механизмов. Повышенные потоотделение и вентиляция легких избавляют от лишнего тепла

Как тело реагирует на стресс

Когда мы ощущаем угрозу, наша симпатическая нервная система инициирует масштабную реакцию, известную как «борьба или бегство». Этот рефлекс позволяет телу эффективно реагировать на опасность.

Автономная нервная система регулирует основные процессы тела (такие как сердцебиение и дыхание) для поддержания гомеостаза (нормальное функционирование внутренних процессов тела).

У людей отсутствует сознательный контроль этого аспекта нервной системы, хотя определенные события, такие как эмоциональный стресс или страх, могут вызывать изменения уровня активности автономной нервной системы.

ПРОТИВОПОЛОЖНЫЕ ЭФФЕКТЫ

Автономная нервная система разделена на две части: симпатическая и парасимпатическая. Обе в основном обслуживают те же самые органы, но вызывают противоположные эффекты. Подобным образом две системы уравновешивают активность друг друга, обеспечивая нормальную работу систем тела.

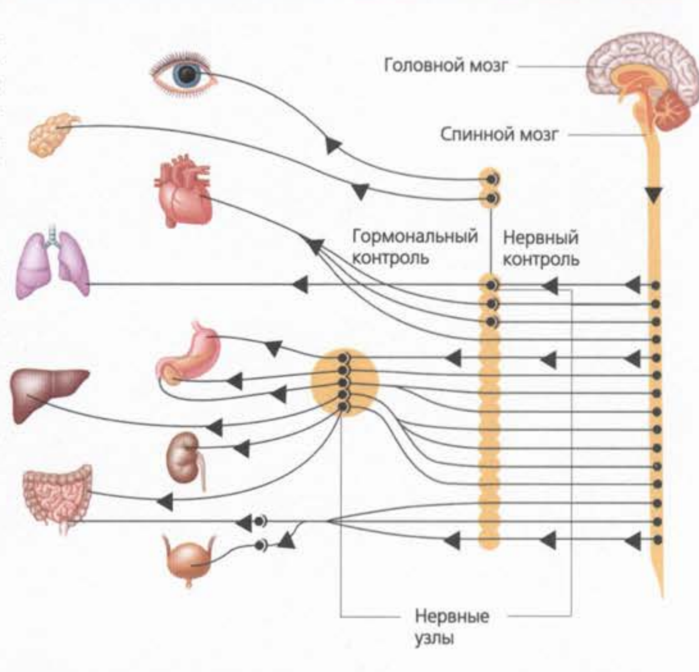
В обычных условиях парасимпатическая нервная система стимулирует такие процессы, как пищеварение, дефекация и мочеиспускание, а также замедление сердцебиения и дыхания.

Симпатическая нервная система, с другой стороны, стимулирует локальные корректировки (такие как потоотделение) и корректировки сердечно-сосудистой системы (такие как усиление сердцебиения).

«БОРОТЬСЯ ИЛИ БЕЖАТЬ»

Однако в условиях стресса – таких как страх или ярость – активируется вся симпатическая нервная система. Это инициирует немедленную масштабную реакцию («бороться или бежать»). Общий эффект заключается в подготовке тела к эффективному реагированию на опасность, будь то защита или бегство от опасности.

Симпатическая нервная система



Симпатическая нервная система осуществляет контроль над рядом органов. В стрессовых ситуациях все эти органы стимулируются одновременно

Роль химических посредников



Надпочечники расположены на верхней поверхности каждой почки. В стрессовых ситуациях эти железы стимулируются на выделение гормонов

Симпатическая нервная система осуществляет контроль над органами через серию нервов, идущих к нервным узлам с двух сторон спинного мозга.

Нервные клетки от нервных узлов проходят к тканям органов, таким как железы, гладкие мышцы или сердечная мышца.

НОРМАЛЬНАЯ РЕАКЦИЯ

В нормальных условиях нервные импульсы головного мозга стимулируют окончания симпатических нервных волокон на выделение химических посредников – адреналина и норадреналина.

Эти гормоны стимулируют определенные органы и таким образом выполняют роль химических посредников в процессе передачи нервных импульсов к намеченным органам.

На микрофотографии – мозговой слой надпочечника выделяет адреналин и норадреналин. Они играют важную роль в реакции «бороться или бежать»

СТИМУЛЫ ЭМОЦИОНАЛЬНЫХ СТРЕССОВ

В стрессовых ситуациях вся симпатическая нервная система активируется одновременно. Адреналин и норадреналин тут же выделяются мозговым веществом надпочечника (внутренняя часть надпочечника). Эти гормоны поступают в кровоток, усиляя воздействие симпатической нервной системы.

Тем временем гипоталамус (часть переднего мозга) стимулирует гипофиз на выделение гормона адренокортикотропина (АКТГ). Это побуждает корковое вещество надпочечника (внешняя часть надпочечника) выделять гормон кортизол в кровоток.

Кортизол подготовляет тело к опасности, стабилизируя мембраны и увеличивая содержание сахара в крови.

Запасы аминокислот быстро транспортируются в печень и преобразуются в глюкозу – «топливо», необходимое для выработки энергии.

Реакция на страх

Симпатическая нервная система возбуждает характерные симптомы страха. Это позволяет телу проявлять свои лучшие свойства при стрессе.

Колебания уровней адреналина и норадреналина, выделяемых как нервными окончаниями, так и мозговым веществом надпочечников, вызывают немедленную реакцию во всем организме, возбуждая ряд реакций, характерных для страха.

Целью этих реакций является придание телу способности эффективно реагировать на опасность – убежать, осмотреться повнимательнее, мыслить более четко или остаться на месте и бороться.

РЕАКЦИИ ТЕЛА

Реакции на страх включают:

■ Учащенное, глубокое дыхание – дыхательные пути расширяются, дыхание становится более интенсивным, что позволяет вдыхать больше кислорода.

■ Учащенное сердцебиение – сердце бьется быстрее и интенсивнее, значительно повышается артериальное давление.

Расширение кровеносных сосудов происходит в тех органах, которые участвуют в мгновенных реакциях, таких как головной мозг, сердце и конечности. Это позволяет увеличенному объему крови поступать в эти органы, снабжая их большим количеством кислорода и питательных веществ, необходимых для повышения работоспособности тела.

■ Бледная кожа – воздействие симпатической нервной системы вызывает вазоконстрикцию (сокращение стенок кровеносных сосудов, питающих кожу). В результате приток крови значительно уменьшается. Это объясняет, почему люди буквально белеют от страха.

■ Выброс энергии – метаболизм в теле увеличивается на 100%, чтобы поддерживать усиленные реакции. В качестве компенсации печень продуцирует больше глюкозы, которая быстро используется для выработки дополнительной энергии. Это объясняет, почему после стресса полезно выпить чашку сладкого чая.



В стрессовых ситуациях, как, например, во время экзамена, увеличивается приток крови в мозг. Это позволяет нам размышлять более четко



Стрессовые стимуляторы, такие как опасность, активируют всю симпатическую нервную систему. Это инициирует несколько реакций на страх

■ Приток физической силы – в результате усиленного притока крови и повышения уровней энергии повышается и мощь мышечных сокращений. Вот почему люди могут демонстрировать огромную физическую силу в минуты опасности, например, поднимать огромный вес, такой как человеческое тело.

■ Сопротивляемость боли – выделение эндорфинов (природные болеутоляющие средства) головным мозгом усиливает сопротивляемость тела боли, позволяя человеку оставаться активным, несмотря на травму.

■ Вздыбленные волосы – волосы встают дыбом, как часть первичного рефлекса, аналогичного тому, как взъерошивается шерсть у кошек и собак.

■ Расширенные зрачки – обостряется зрение.

■ Появление пота на коже – потоотделение усиливается для охлаждения тела.

■ Спазмы в желудке – вызываются снижением объема притока крови в желудок (в пользу других важных органов). Активность мочевыводящих путей тоже снижается из-за оттока крови от почек по той же самой причине.

Воздействие долговременного стресса



Реакции на страх помогают телу в опасных ситуациях, например в случае непосредственной физической угрозы.

Релаксация

Как только угроза исчезает, тело постепенно возвращается в нормальное состояние, так как активируется парасимпатическая нервная система.

Мышцы начинают расслабляться, интенсивность сердцебиения и артериальное давление снижаются, дыхание становится более регулярным и глубоким, расслабляется живот – по мере возвращения притока крови в норму. Эмоциональное состояние меняется от ярости и страха к более спокойному и мирному.

Продолжительный стресс вреден для здоровья. Человек может стать более подверженным инфекционным заболеваниям и другим болезням

Продолжительный стресс

В стрессовых состояниях, вызванных социальными условиями, такими как тяжелая работа или финансовые проблемы, реакция на страх может не проходить долгое время – другими словами, релаксации тела после реакции не стресс не происходит.

Если не происходит выхода напряжения, стресс может оказывать на тело очень вредное воздействие. Могут возникать такие симптомы, как головная боль, боли в животе, истощение тканей (в результате усиленного метаболизма), усталость и повышенное артериальное давление.

Как алкоголь воздействует на тело

В современном обществе алкоголь ценится за то приятное воздействие, которое он может оказывать на тело. Однако в чрезмерных дозах алкоголь является отравляющим веществом и может быть пагубным для здоровья.

Алкоголь (иное название – этиловый спирт, или этанол) употребляют уже долгое время за его приятное воздействие на тело. Хорошо известно об употреблении алкоголя древними цивилизациями в некоторых религиозных и бытовых обрядах.

ФЕРМЕНТАЦИЯ

Алкоголь – органическое вещество, получаемое в результате естественного процесса ферментации.

Сахар, присутствующий во фруктах или зерне, вступает в реакцию с ферментами, и образуется спирт – этот процесс применяют пивовары.

КОНЦЕНТРАЦИЯ АЛКОГОЛЯ

Концентрация алкоголя варьируется в различных напитках от примерно 4% в большинстве сортов пива до 12% в вине и до 40% в крепких напитках.

Сегодня потребление алкоголя играет важную роль в обществе, он до сих пор используется во многих религиозных обрядах.

ПАГУБНОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ

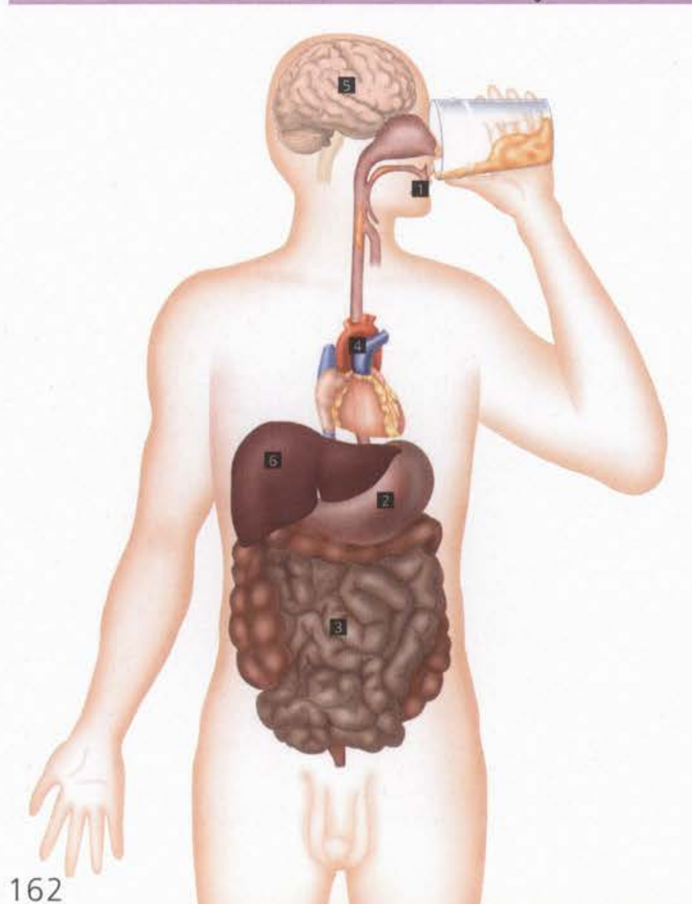
Но еще с древних времен были известны вредные свойства алкоголя, поэтому принимались строгие законы, регулировавшие его потребление.

Хотя при умеренном потреблении воздействие алкоголя на тело незначительно, это вещество все же вызывает привыкание, а его чрезмерное употребление в течение длительных периодов может нанести серьезный вред здоровью человека.



Алкоголь играет важную роль в социальном общении. Люди выпивают вместе в пивных и барах, наслаждаясь расслабляющим эффектом

Путь алкоголя по телу



Путь алкоголя при его прохождении по телу включает пищеварительный тракт и несколько органов в следующем порядке.

❶ Рот – алкоголь может разбавляться слюной перед проглатыванием.

❷ Желудок – алкоголь проходит через пищевод в желудок, где дальше разбавляется желудочными соками. Здесь часть алкоголя всасывается в кровоток, но основная часть поступает в тонкую кишку. Степень абсорбции будет зависеть от крепости алкоголя и присутствия пищи в желудке.

❸ Тонкая кишка – ее питает плотная сеть небольших кровеносных сосудов, и это то место, где большая часть алкоголя всасывается в кровоток.

❹ Кровоток – попав в кровоток, алкоголь циркулирует по телу и поглощается клетками различных тканей организма, вызывая вредное воздействие.

Алкоголь всасывается в кровоток во время прохождения по пищеварительному тракту. Поступая в печень, алкоголь разлагается и выделяет энергию

❺ Головной мозг – когда алкоголь достигает головного мозга, он оказывает на мозг непосредственное отравляющее воздействие. Алкоголь воздействует на многие области центральной нервной системы, включая ретикулярную формацию (отвечает за сознание), спинной мозг, мозжечок и кору головного мозга.

❻ Печень – поглощенный алкоголь быстро поступает в печень, где он разлагается на воду, углекислый газ и энергию с интенсивностью примерно 16 г алкоголя (две порции; например, два небольших бокала вина) в час. Подобная интенсивность варьируется в зависимости от комплекции человека.

ДРУГИЕ МЕСТА ВЫДЕЛЕНИЯ

Небольшая часть алкоголя поступает в легкие, откуда выделяется с выдохом (что позволяет определять уровень интоксикации с помощью индикаторной трубки). Какая-то часть алкоголя выходит вместе с мочой, и совсем небольшое количество выделяется вместе с потом.

Воздействие алкоголя

Поступив в кровоток, алкоголь тут же воздействует на центральную нервную систему. В результате возникают симптомы, характерные для опьянения.

Алкоголь попадает в кровь в течение пяти минут после употребления.

НАРУШЕНИЕ ОЦЕНКИ

Самое первое воздействие алкоголя расслабляет человека, делая его более общительным.

Уже после одной порции алкоголя активность головного мозга замедляется, замедляется реакция и нарушается способность адекватно оценивать происходящее.

ПОТЕРЯ КООРДИНАЦИИ

Мышечная координация значительно снижается по мере интоксикации соответствующих центров мозга. Результатом является нетвердая походка и несвязная речь.

При повышении в крови уровня алкоголя болевой центр головного мозга немеет, от чего тело становится менее чувствительным.

Если человек продолжает пить, в результате воздействия алкоголя на визуальную область коры головного мозга у него начинает затуманиваться зрение.

ПОВЕДЕНИЕ ПЬЯНОГО

Человека называют «пьяным», когда он уже больше не контролирует свои действия.

Если выпито достаточно много алкоголя, человек может впасть в глубокий сон или даже потерять сознание. Чрезмерные дозы алкоголя анестезируют определенные центры головного мозга, что может привести к остановке дыхания или сердцебиения, а в конечном итоге и к смерти.

ПОТЕРЯ ПАМЯТИ

Употребление алкоголя воздействует на кратковременную память, поэтому человек на следующий день мало что помнит.



При повышении уровня алкоголя в крови происходит интоксикация головного мозга. В результате воздействия алкоголя на определенные мозговые центры пьющие могут терять сознание

Долгосрочное воздействие



Чрезмерное употребление алкоголя приводит к повреждению кожи. У этой женщины кожа пожелтела, видны следы лопнувших сосудов

При употреблении алкоголя в течение длительного времени его воздействие на тело может иметь очень серьезные последствия.

■ Повреждение тканей – как раздражитель, алкоголь, особенно в более чистых формах, повреждает ткани рта, горла, пищевода и желудка, вызывая предрасположенность к раковым заболеваниям.

■ Потеря аппетита – большие дозы алкоголя воздействуют на желудок и аппетит; сильно пьющие люди обычно не следят за своим питанием. Алкоголь калориен, но не содержит никаких полезных питательных веществ или витаминов.

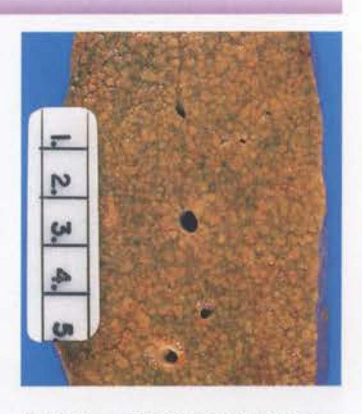
■ Повреждение печени – чрезмерное потребление алкоголя вредит печени, в результате чего она сжимается и развивается цирроз. В конечном итоге печень перестает выполнять функцию детоксификации.

■ Повреждение головного мозга – поскольку алкоголь разрушает клетки головного мозга, его длительное употребление постоянно снижает умственную способность, приводя к слабоумию. В малых дозах алкоголь оказывает стимулирующее воздействие на головной мозг, но при увеличении дозы начинает оказывать резко подавляющее воздействие.

■ Увеличение веса – в алкоголе много калорий, поэтому злоупотребляющие алкоголем люди опухают и полнеют, что вызывает дополнительную нагрузку на сердце.

■ Повреждение кожи – алкоголь вызывает расширение небольших кровеносных сосудов в коже, в результате чего увеличивается приток крови к поверхности кожи. Поэтому у пьющих людей лицо часто красное, как будто у них температура. Капилляры в коже в конечном итоге лопаются, придавая коже неприглядный вид.

■ Случайные травмы – сильно пьющие люди гораздо больше подвержены травматизму. Алкоголики в семь раз чаще попадают в серьезные аварии, чем обычные люди.



Алкоголь вызывает привыкание. Долговременное употребление может привести к серьезным проблемам со здоровьем, таким как цирроз печени

Отказ от алкоголя

После употребления алкоголя может появляться головная боль, тошнота и слабость – это похмелье. Оно возникает в результате обезвоживающего воздействия алкоголя.

Длительное употребление алкоголя вызывает зависимость, и тогда отказ от него может привести к белой горячке, вызывающей дрожь в теле, потерю аппетита, неспособность переваривать пищу, обильное потоотделение, бессонницу и эпилептические припадки, в тяжелых случаях – галлюцинации.

Как курение воздействует на тело

Табак содержит ряд вредных компонентов, попадающих в легкие во время курения. В мире от этой пагубной привычки ежегодно умирают сотни тысяч людей.

Практику вдыхания дыма тлеющих табачных листьев привнесли в западный мир европейские путешественники в начале XVII в. Они наблюдали эту привычку у индейцев и считали, что табак обладает лечебными свойствами.

ВРЕДНОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ

Давным-давно курение превратилось в модную забаву. Случаи заболевания раком легких, когда-то относительно редкие, значительно участились в XX в., и тогда стали исследовать воздействие курения.

Сегодня, несмотря на тот факт, что была установлена прямая связь между курением и различными болезнями, число курящих людей продолжает увеличиваться. В развитых странах в результате курения умирают в год около 3 млн человек, и курение является основной причиной смерти людей в возрасте до 65 лет.

СОСТАВ ГАЗА

Когда сигарета зажжена, горящий табак выделяет едкий дым, который попадает в легкие при вдыхании. Сигаретный дым состоит из фаз газа и частиц. Фаза частиц (видимый дым) включает примерно 4000–5000 различных частиц несгоревшего табака. Среди них – химические вещества, которые могут вызывать рак, отравление клеток, изменение клеточной структуры, подавление иммунной системы и изменение нервной деятельности головного мозга. Газовая фаза состоит главным образом из углекислого газа, окиси углерода (угарного газа) и никотина.

Окись углерода (смертельно опасный газ автомобильных выбросов) соединяется с кровяным пигментом гемоглобином, отвечающим за транспортировку кислорода в важные органы и ткани. Это означает, что в кровь поступает меньше кислорода, и объем кислорода в тканях снижается. Никотин воздействует на центральную нервную систему, сжимая кровеносные сосуды и повышая ритм сердцебиения и уровень артериального давления.

Многие курильщики попадают в зависимость от никотина и испытывают синдром своего рода наркотической «ломки», когда бросают курить, поэтому сделать это удается очень немногим из них.



Многим курение нравится за его способность снимать стресс. На самом деле никотин является стимулятором и оказывает вредное воздействие

Воздействие на сердечно-сосудистую систему



Курящие женщины подвержены риску образования сгустков крови в глубоких венах ног. При этом ощущается боль, распухают икры и тромб может попасть в легкое

Курение может привести к сужению артерий; закупорку коронарной артерии можно видеть справа (в кружке). Это частая причина смерти

Ни одна из болезней не является причиной столь огромного количества смертей, как курение.

Особенно вредное воздействие курение оказывает на сердечно-сосудистую систему, являясь причиной четверти смертей от сердечно-сосудистых заболеваний.

СУЖЕНИЕ АРТЕРИЙ

Никотин и окись углерода, присутствующие в сигаретном дыме, вызывают сужение артерий, это заболевание известно как атеросклероз. Он повышает риск инсульта и других сердечно-сосудистых заболеваний.

Ишемическая болезнь сердца является одним из примеров сердечно-сосудистых заболеваний, когда снабжение сердца кровью ограничено, что увеличивает риск возникновения смертельного сердечного приступа.

У курящих женщин также повышен риск развития тромбоза вен и возникновения инсульта, особенно если они принимают противозачаточные средства.

Воздействие курения на легкие

Со временем воздействие курения уменьшает емкость легких и нарушает их защитный механизм, делая тело уязвимым для болезней.

Курение серьезно воздействует не только на сердечно-сосудистую систему, но наносит еще вред и легким.

ЛЕГКИЕ

Два легких находятся под грудной клеткой и окружают сердце. Они действуют как воздуходувные меха, нагнетая воздух в дыхательные пути, чтобы кислород мог попадать из легких в кровь. Затем кислород распространяется по всему телу, а продукты отходов, такие как углекислый газ, возвращаются в легкие и выдыхаются из них.

Чтобы не допустить попадания в легкие посторонних частиц, таких как пыль или пыльца, дыхательные пути выстланы особыми клетками, покрытыми волосками. Эти клетки постоянно совершают волнообразные движения, поэтому любые потенциально опасные для легких частицы выталкиваются из дыхательных путей в горло. Механизм кашля также способствует удалению любых посторонних частиц из легких.

НАРУШЕНИЕ ФУНКЦИЙ

Курение замедляет действие защитных механизмов легких. Во-первых, оно ослабляет реакцию тела на дым, поэтому люди не кашляют, когда курят сигарету, хотя обычно кашляли бы, если бы вдыхали едкий дым.

Во-вторых, эпителиальные клетки пульсируют гораздо медленнее, так как их парализуют токсины, содержащиеся в табаке. По этой причине вредные вещества, содержащиеся в сигаретах, могут оседать в легких, уменьшая общую емкость этих жизненно важных органов и нанося вред всему организму.

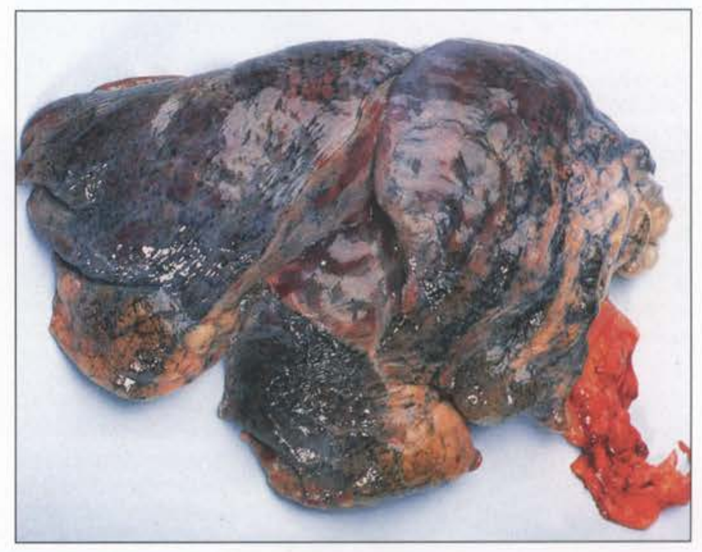
По мере оседания вредных веществ слизистая оболочка легких продуцирует все больше и больше слизи. Смола, пепел и слизь накапливаются в крохотных воздушных мешочках легких, уменьшая их емкость, что вызывает серьезную одышку.

ОСЛАБЛЕНИЕ ИММУННОЙ РЕАКЦИИ

Курение также наносит вред белым кровяным клеткам, которые обычно очищают легкие, удаляя из них грязь и бактерии. Это означает, что легкие становятся более уязвимыми для инфекций.

Подобным же образом курение оставляет организм уязвимым для проникновения внутрь большого количества вредных, а зачастую – и смертельно опасных посторонних частиц, поскольку серьезно нарушает действие защитных механизмов.





Здесь показано здоровое легкое (вверху) и легкое курильщика (внизу). Смола, содержащаяся в табачном дыме, сильно обесцветила легкое курильщика

Никотиновая зависимость



Никотиновые пластыри позволяют никотину проникать в кровь. Это снижает тягу к сигаретам, что позволяет избегать вредного воздействия

Все знают о вреде курения, но большинство курильщиков не хотят бросить курить. Это объясняется привыканием к стимулирующему воздействию никотина.

Стимулирующий эффект

Никотин стимулирует нейроны в головном мозге, повышая при этом внимание, снижая аппетит и раздражительность и расслабляя мышцы.

Многие курильщики считают, что курение регулирует их настроение и ассоциируют сигарету с приятным ощущением. На самом деле тело не испытывает физиологической потребности в никотине.

Заместители табака

Существует ряд продуктов, способных выполнять роль заместителя сигарет, снабжая тело никотином без воздействия, присущего курению.

Среди этих продуктов – никотиновые пластыри, ингаляторы и жевательная резинка. Идея заключается в том, что если организм получает никотин, то курильщик не будет пользоваться для этого сигаретами. Доза никотина будет постепенно уменьшаться, пока тело совсем не перестанет нуждаться в нем.

Разработано лекарственное средство, устраняющее тягу к никотину.

Акупунктура и гипнотерапия тоже могут помочь бросить курить. Следует помнить, что риск развития болезней, связанных с курением, уменьшается после того, как человек бросает курить.

Как кофеин воздействует на тело

Кофеин, присутствующий в ряде продуктов, оказывает на тело мощное стимулирующее воздействие. В результате он может плохо влиять на сон, а длительное употребление вызывает зависимость.

Кофеин – самое распространенное в мире наркотическое средство – многие употребляют его в той или иной форме ежедневно. Хотя он обычно ассоциируется с кофе, на самом деле он присутствует во многих растениях, включая чайный лист и бобы какао. Люди потребляют ежедневно до 1 г кофеина, даже не подозревая об этом.

ИСТОЧНИКИ

Наиболее распространенные источники кофеина.

- Свежий кофе – одна чашка кофе может содержать до 200 мг.
- Чай – чашка чая может содержать до 70 мг.
- Кола – банка может содержать около 50 мг.
- Шоколад – молочный шоколад может содержать до 6 мг кофеина на каждые 28 г шоколада. В темном шоколаде его еще больше.
- Болеутоляющие средства – некоторые таблетки от головной боли могут содержать до 200 мг кофеина в одной штуке.

СТИМУЛЯТОР

Кофеином наслаждаются многие люди, считая, что он придает им энергию, поднимает настроение и вызывает чувство повышенной бодрости. Многим людям кофе помогает просыпаться по утрам или оставаться бодрым в течение дня, особенно после бессонной ночи.

С медицинской точки зрения кофеин (триметилксантин) используется как сердечный стимулятор и диуретик (мочегонное средство).



Кофейные бобы являются семенами кофейного дерева. В них содержится кофеин – стимулятор, улучшающий умственную деятельность

Кратковременное воздействие

Аденозин – выделяется головным мозгом. Уровень его повышается в течение дня и взаимодействует со специальными аденозиновыми рецепторами в головном мозге, вызывая замедление нервной активности, расширение кровеносных сосудов и сонливость.

С точки зрения химического состава кофеин кажется очень схожим с аденозином. Он способен взаимодействовать с теми же рецепторами, что и аденозин. Но кофеин не замедляет активности нервных клеток, как это делает аденозин, а оказывает противоположное воздействие, увеличивая их активность.

Более того, поскольку кофеин блокирует способность аденозина расширять кровеносные сосуды головного мозга, они сужаются. Вот почему некоторые таблетки от головной боли содержат кофеин (сужение кровеносных сосудов головного мозга помогает облегчать некоторые виды головной боли).



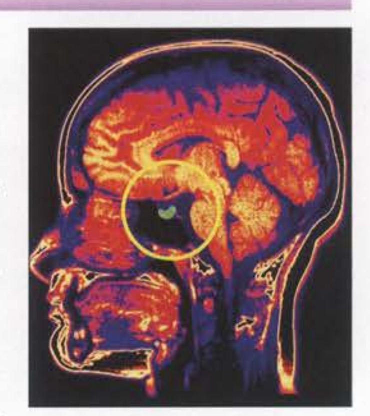


АДРЕНАЛИН

Когда человек пьет кофе, гипофиз реагирует на повышение активности клеток головного мозга. Как и в момент опасности, он выделяет гормоны, стимулирующие надпочечники на выработку адреналина.

Выделение адреналина сопровождается следующими эффектами, объясняющими, почему после чашки кофе человек может ощущать напряжение в мышцах, возбуждение, а ладони у него становятся липкими.

Доза кофеина моментально воздействует на нервную систему. Возрастает активность клеток головного мозга, в результате чего выделяется гормон адреналин



Кофеин стимулирует гипофиз головного мозга (в кружке). Гипофиз инициирует выработку адреналина надпочечниками

- Зрачки и дыхательные пути расширяются.
- Усиливается сердцебиение.
- Повышается артериальное давление, поскольку сужаются кровеносные сосуды у поверхности кожи.
- Уменьшается приток крови в желудок.
- Печень выделяет сахар в кровоток для выработки дополнительной энергии.

Привыкание к кофе

Многие люди привыкают к кофеину. Он не только стимулирует, но и повышает уровень допамина в головном мозге, усиливая ощущение удовольствия.



Кофеин считается наркотиком, вызывающим привыкание. Он принадлежит к группе наркотиков, известных как стимуляторы, поскольку они оказывают возбуждающее воздействие на головной мозг. Среди них амфетамины и кокаин.

КАНАЛЫ МОЗГА

Хотя воздействие кофеина менее мощное, чем других стимуляторов, он действует точно так, как и они, поскольку проникает в головной мозг по тем же каналам и вызывает зависимость.

Другими словами, кофеин не является вредным веществом, но его длительное употребление может стать проблемой. Когда адреналин, выделившийся в результате приема кофеина, заканчивается, человек может чувствовать усталость, легкую подавленность, и ему требуется выпить еще чашку кофе.

Именно таким образом многие люди привыкают к кофеину, даже не осознавая этого. Организму вредно все время находиться в возбужденном состоянии, и многие люди становятся нервными и раздражительными.

УДОВОЛЬСТВИЕ

Как и другие стимуляторы, кофеин повышает уровни допамина, нейротрансмиттера, активирующего центры удовольствия головного мозга. Считается, что это и есть причина привыкания к кофеину.

Многие годы ученые изучают поведение нейротрансмиттеров – химических веществ в головном мозге. Кофеин повышает уровни нейротрансмиттера допамина

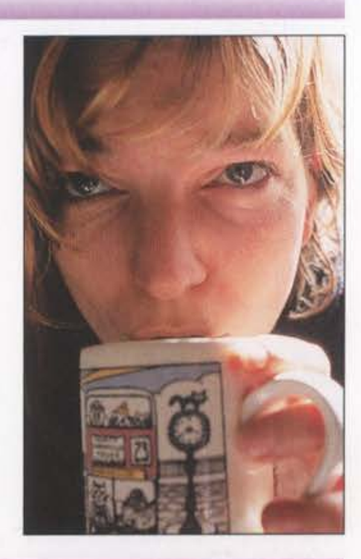
Влияние на сон

Кофеин серьезно влияет на сон. Требуется 12 часов, чтобы кофеин был выведен из организма.

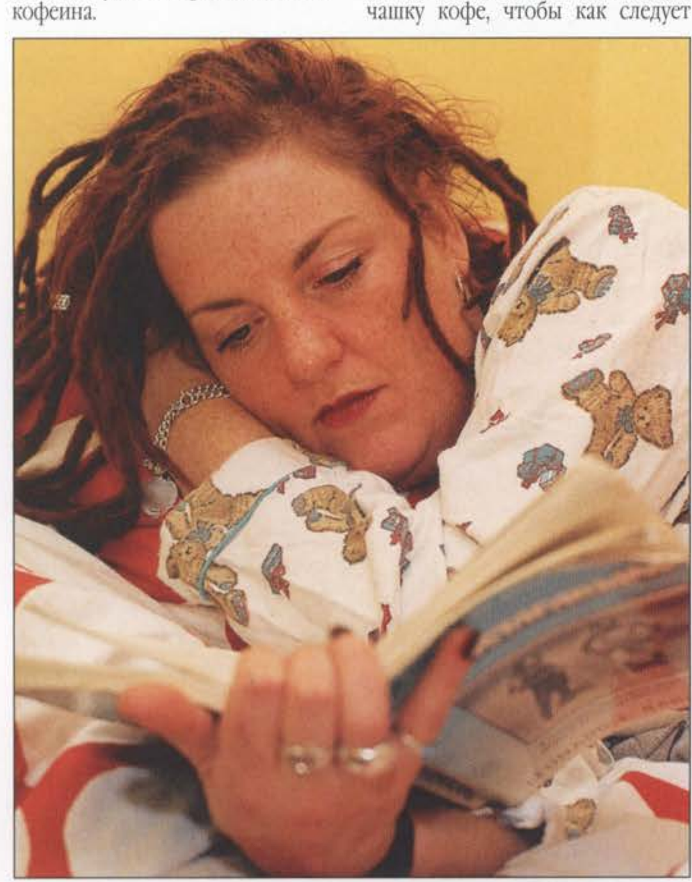
Это означает, что если человек выпил чашку кофе, содержащую хотя бы 200 мг кофеина, в 16 часов, то и к 22 часам в кровотоке все еще будет содержаться 100 мг кофеина.

НЕДОСТАТОК ГЛУБОКОГО СНА

Хотя человек, выпивший кофе, может и уснуть, ему не удается погрузиться в глубокий сон, необходимый телу. В результате он просыпается, чувствуя усталость, и инстинктивно наливает себе новую чашку кофе, чтобы как следует проснуться. И цикл продолжается. Если человек пытается прервать этот цикл, не исключено ощущение усталости и легкой подавленности. Может также испытывать головную боль в результате расширения кровеносных сосудов головного мозга.



▶ Кофеин может препятствовать глубокому сну. Человек просыпается с ощущением усталости и повторяет цикл, выпивая чашку кофе, чтобы проснуться



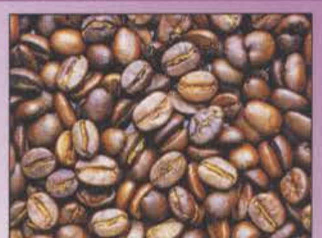
◀ Требуется 12 часов после употребления, чтобы кофеин был выведен из организма. Если кофеин остается в кровотоке, он может плохо влиять на сон

Напитки без кофеина

По мере того как все больше становилось известно о вредном влиянии кофеина на организм, популярность стали приобретать напитки без кофеина. В них ощущается вкус кофе, чая и колы, но они безвредны.

Фильтрация

Процесс удаления кофеина из кофе включает обработку кофейных бобов раствором, абсорбирующим кофеин. Затем кофеин отфильтровывается, и в растворе остаются только кофейные масла (очень важные для аромата). Затем раствор снова добавляется к кофейным бобам, которые жарятся и обрабатываются как обычно. Людям с повышенным давлением кофеин вреден.



Очень популярен кофе без кофеина, не оказывающий вредного воздействия. Однако удаление кофеина из кофейных бобов – это сложный процесс

Как воздействуют лекарства

Лекарства, используемые для профилактики или лечения болезней, вызывают биохимические и физиологические изменения в теле или же смягчают симптомы. Некоторые лекарства воздействуют на группы клеток, другие – на все тело.

ВИДЫ ЛЕКАРСТВ

Лекарства оказывают свое действие различными способами. Их действия можно описывать в соответствии с изменениями, которые они вызывают, или в зависимости от клинических симптомов, которые они облегчают или предотвращают. В общем, лекарства можно классифицировать следующим образом.

- Сдерживающие или регулирующие активность специфических клеток тела, тканей или органов.
- Сдерживающие вирулентные организмы, проникающие в тело (например бактерии, вызывающие инфекции).
- Замещающие вещества, присутствующие в теле.
- Оказывающие воздействие на аномальные или вредные клетки или ткани.

ЛЕКАРСТВА, РЕГУЛИРУЮЩИЕ ДЕЙСТВИЯ КЛЕТОК

Некоторые лекарства воздействуют на активность клеток тела, влияя на поддержание их нормального функционирования. Лекарства, регулирующие активность клеток, могут воздействовать как на клетки по всему телу, так и на определенные ткани или органы.

Некоторые из этих препаратов ускоряют или замедляют действия в клетках веществ, необходимых для выработки энергии, реакций синтеза или других функций клеток.

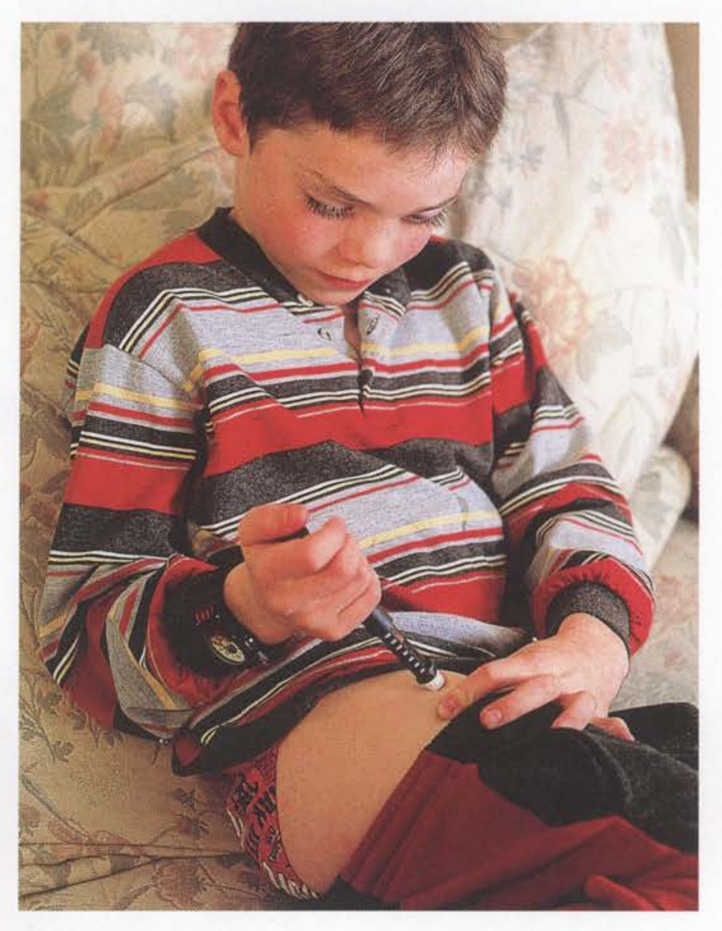
Такие лекарства часто воздействуют на активность ферментов (биологических катализаторов), либо замедляя ее, либо ускоряя. Одним из типичных примеров является аллопуринол, используемый при подагре, поскольку предотвращает образование мочевой кислоты. Подагра возникает, когда начинают болезненно распухать суставы, так как вокруг них скапливаются соли мочевой кислоты.

Лекарства, действующие на клеточном уровне, могут предназначаться для определенных органов или для систематического эффекта. Например, гидралазин применяется для снижения артериального давления. Оно побуждает мелкие артерии расширяться, усиливает сердечный ритм и увеличивает минутный объем сердца.

Лекарство работает на двух уровнях: воздействие на кровообращение осуществляется на клеточном уровне, воздействие на сердце – на функциональном.

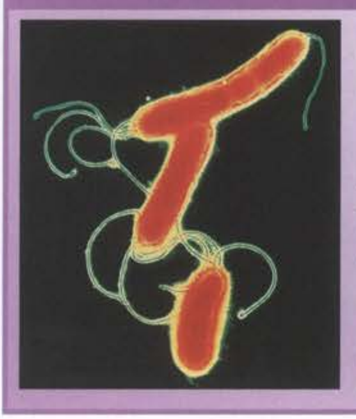


Подагра – это воспаление суставов, вызванное нарушением метаболизма мочевой кислоты. Лекарства предотвращают скапливание ее в суставах



Шприц-ручка «Новопен» используется для введения установленной дозы инсулина пациенту, страдающему сахарным диабетом

Лечение несколькими лекарствами



Бактерии Helicobacter pylori в выстилке желудка больного язвой хорошо лечить антибиотиками

Медикаментозное лечение любой болезни не обязательно ограничивается одной схемой, для этого можно по-разному применять несколько лекарств.

Хорошим примером является лечение язвы. Симптомы этой болезни обостряются в результате выделения кислоты желудочного сока. Обострение можно смягчать, что способствует заживлению язвы, несколькими лекарственными средствами, действующими локально в желудке (антациды), или же за счет уменьшения выделения кислоты, с помощью H2 – гистаминоблокатара (такого как ранитидин), или же за счет усиления слизистой защиты (с помощью карбеноксолона).

Так как бактерии *Helicobacter pylori* участвуют в образовании язвы, можно провести лечение антибиотиками. Возможно сочетание этих способов лечения.



Применение нескольких лекарственных средств снижает выработку кислоты и воздействует на бактерии при язве

Противоинфекционные лекарственные средства

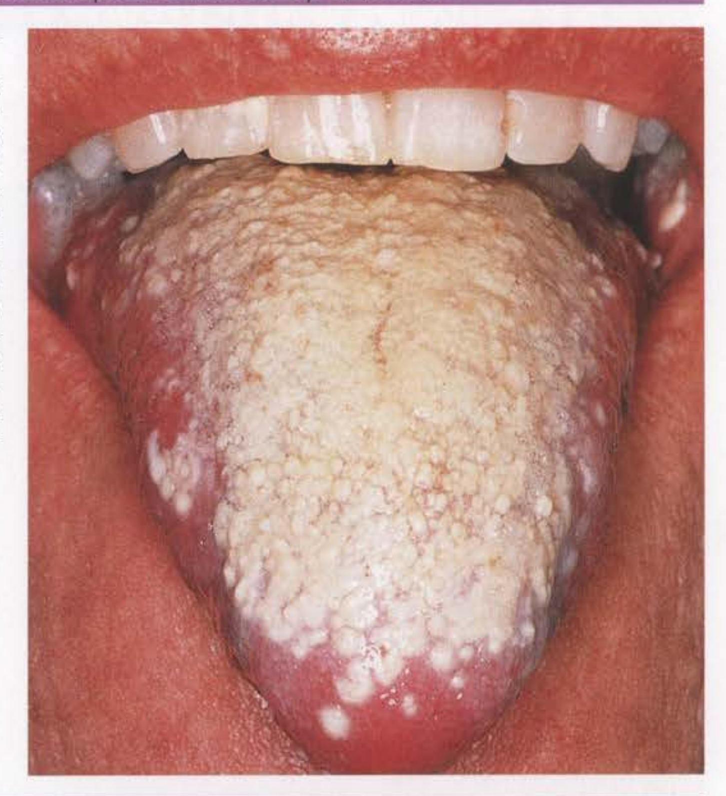
Некоторые лекарства оказывают воздействие на вредные организмы (инфекции) или аномальные клетки (раковые опухоли). Специфическая активность противоинфекционных лекарственных средств, среди которых антибиотики, противогрибковые и противомалярийные препараты, основана на внутренних различиях между клетками инфицирующего агента и клетками-хозяевами. Эффективными и безопасными препаратами являются те, которые токсичны для инфицирующего организма, но не для клеток-хозяев.

Некоторые из этих лекарств просто блокируют рост подозрительных организмов, тогда как другие убивают эти организмы, и все зависит от принимаемой дозы.

Действия противоинфекционных средств различны и связаны с химической структурой лекарства. Некоторые противоинфекционные средства (такие как гентамицин и эритромицин) препятствуют синтезу бактериального белка, тогда как другие (пенициллин) мешают синтезу мембраны бактериальной клетки или нарушают ее функции.



Антибиотики испытываются на культуре штамма бактерии для определения их эффективности. Они не должны наносить вред здоровым клеткам



Грибок кандида может вызывать на языке кандидоз. Противогрибковые препараты излечивают болезнь, убивая грибок или замедляя его рост

Лекарства, заменяющие природные вещества

Лечение или профилактика некоторых болезней включает использование веществ, которые при нормальных условиях присутствуют в теле.

Примером может служить использование инсулина для лечения сахарного диабета типа I (инсулиновая зависимость). У больных, страдающих этой болезнью, вводимый инсулин компенсирует недостаток инсулина, выделяемого клетками поджелудочной железы, и ускоряет транспортировку глюкозы в клетки, восстанавливая тем самым нормальную функцию.

Аналогичным образом, гормоны эстроген и прогестоген используются как заместительная гормональная терапия для женщин в постклимактерический период для смягчения болезненных симптомов и профилактики остеопороза.

Активность этих гормонов сравнима с действием натуральных гормонов до менопаузы.

Противозачаточные пилюли содержат препараты эстрогена и прогестогена.

Они подавляют овуляцию, имитируя воздействие натуральных женских гормонов на мозжечок и гипоталамус.

Другими веществами, действующими вместо природных веществ, являются витамины и минеральные препараты, используемые для лечения или профилактики их дефицита в организме.

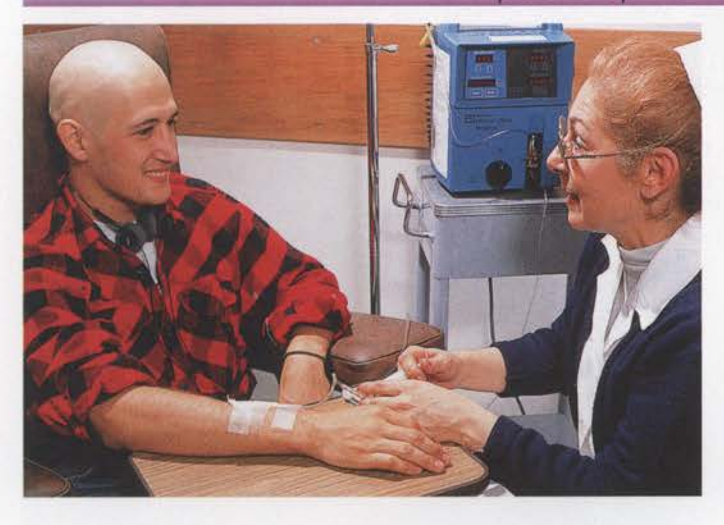


Трансдермальные пластыри используются в заместительной гормональной терапии, обеспечивая проникновение гормонов сквозь кожу



В мазке крови определяется железодефицитная анемия. Два лейкоцита (пурпурные) служат для борьбы с инфекцией. Показаны препараты с добавками железа

Противораковые препараты



Цитотоксические препараты, используемые в противораковой химиотерапии, можно вводить внутривенно. Они блокируют деление опухолевых клеток

Цитотоксические (или противоопухолевые) препараты используются при лечении раковых заболеваний вместо или вместе с хирургическим вмешательством или лучевой терапией.

Действие таких препаратов часто распространяется не только на раковые клетки, но и на здоровые клетки тела. Но способность воздействовать на раковые клетки обусловлена главным образом различными свойствами раковых и нормальных клеток. Например, раковые клетки делятся гораздо быстрее большинства клеток организма.

Алкилирующие средства (такие как цисплатин) используют это свойство и блокируют процессы быстрого деления.

Некоторые нормальные клетки тела (включая клетки костного мозга) делятся быстро и, таким образом, подвергаются токсикации со стороны этих препаратов. Новые способы лечения рака направлены на более точное воздействие за счет использования антител, селективно воздействующих на раковые клетки и не повреждающих клетки организма.

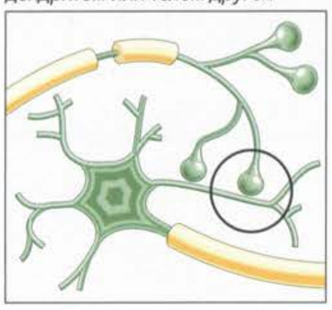
Действие анальгетиков

Обезболивающие средства блокируют передачу болевых ощущений через нервную систему тела. Существуют различные виды обезболивающих средств, и принимать их можно различными способами, но все они воздействуют на проводимость нервов.

НЕРВНАЯ СЕТЬ

Нейроны образуют во всем теле сложную сеть, передающую информацию от сенсорных рецепторов в головной мозг. Информация обрабатывается в головном мозге, после чего он посылает необходимую информацию в форме электрических импульсов через мотонейроны, приводящие в движение мышцы. Анальгетики мешают передаче этих импульсов.

Синапс (в кружочке) – это место контакта двух нервных клеток, где синаптическое окончание одной клетки встречается с аксоном, дендритом или телом другой



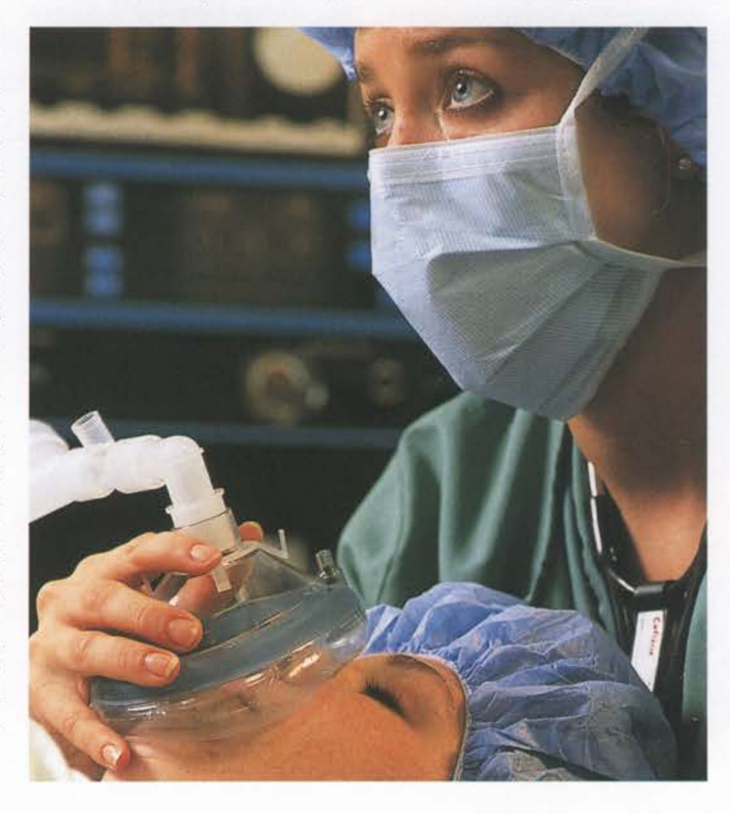
СТРУКТУРА НЕРВНОЙ КЛЕТКИ

В отличие от других клеток, нейроны могут быть очень длинными – до 100 см, – чтобы передавать электрические импульсы на большие расстояния. Самый длинный отросток нейрона – аксон.

Нервная система образует в теле сложную цепь; однако физически клетки не связаны друг с другом, вместо этого нервы соединяются с другими нервами (или мышцами) через синапсы.

Когда импульс достигает окончания нервной клетки, химические вещества, которые называются нейротрансмиттеры, активно транспортируются через синапс. Когда они связываются с рецепторами соседних клеток, они возбуждают импульс, который затем может проходить по всей длине соседней клетки.

Клеточные мембраны состоят из слоев жировых молекул. Белки в мембране имеют каналы, контролирующие вход в клетки и выход из них химических веществ.



Во время серьезных операций очень важна роль анестезии. Газообразные обезболивающие, смешанные с кислородом, могут вводиться в организм через маску или через эндотрахеальную трубку



Нормальное действие синапса

Молекулы нейротрансмиттера
Выходят, когда нервный импульс достигает окончаний нейрона

Липидный бислой
Наружная мембрана клетки

Белковый канал
Химические нейротрансмиттеры взаимодействуют с белковыми каналами соседних клеток, заставляя их открываться

Синаптическая щель
Щель между нервной и соседней клеткой (которая может быть мышечной, железистой или нервной)

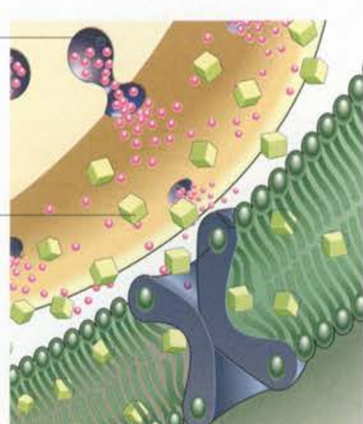
Заряженные частицы
Отверстие белкового канала обеспечивает их вход и позволяет нервному импульсу следовать дальше

Когда импульс достигает окончания нервной клетки, нейротрансмиттеры проходят через синапс, где связываются с соседней клеткой. Это открывает вход заряженным частицам, и импульс продолжает движение

Воздействие обезболивающих средств на синапс

Синаптический пузырек
Мешочек, содержащий молекулы нейротрансмиттера

Обезболивающее средство



Считается, что обезболивающие средства блокируют белковый канал в клеточной мембране или мешают ей открываться как обычно. Обезболивающие средства могут воздействовать на другие места, в зависимости от их вида

Где действуют анальгетики

Хотя механизм действия обезболивающих средств точно не известен, мы знаем, что они действуют в области синапса. Это щель, через которую импульсы передаются между нервными клетками и между нервными клетками и мышечными волокнами.

НЕРВНЫЕ ИМПУЛЬСЫ

Прохождение нервных импульсов по аксону достигается за счет быстрого входа и выхода ионов через белковые каналы, что вызывает слабый электрический ток, распространяющийся по нерву. Если не допустить прохождения этих ионов через белковые каналы, проводимость нерва будет нарушена.

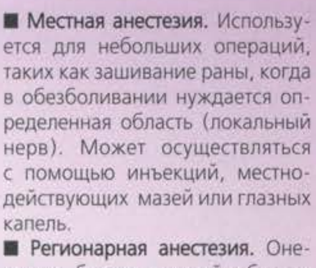
Точный механизм обезболивания до сих пор неизвестен, но поскольку различные виды молекул могут обеспечивать обезболивание, то считается, что в этом процессе участвует несколько молекулярных участков.

МОЛЕКУЛЯРНЫЙ УЧАСТОК ДЕЙСТВИЯ

Прошлые исследования предполагали, что место действия обезболивающих средств находится в клеточной мембране, поскольку действенность вдыхаемых обезболивающих средств была пропорциональна их растворимости в масле, веществе, очень схожем с липидами мембраны. Таким образом, возникло предположение, что введение в липоидный бислой анальгетиков может изменять свойства мембраны. Если мембрана становится более вязкой, это влияет на прохождение импульсов.

Дальнейшие исследования показали, что присутствие обезболивающих средств в липоидном бислое вызывает растяжение клеточной мембраны. Когда оно достигает критической отметки, нервная проводимость нарушается. Повышение давления уменьшает растяжение мембраны.

Виды анестезии



■ Местная анестезия. Используется для небольших операций, таких как зашивание раны, когда в обезболивании нуждается определенная область (локальный нерв). Может осуществляться с помощью инъекций, местнодействующих мазей или глазных капель.

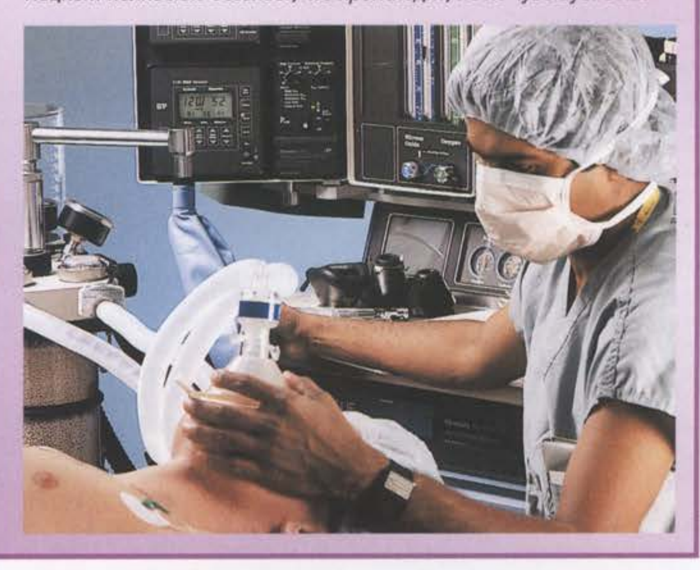
■ Регионарная анестезия. Онемение более крупной области (часто конечности), выполняется аналогичным образом: серия местных инъекций вокруг нерва или нескольких нервов, делающих их нечувствительными к боли.

■ Общая анестезия. Полностью лишает пациента сознания за счет введения препаратов в кровоток или вдыхания газа; часто применяется комбинированный способ. Препараты воздействуют на головной мозг, вызывая потерю сознания и подавляя ощущения боли.

При общей анестезии могут применяться и другие препараты, контролирующие боль, а в некоторых случаях вызывающие парализацию, чтобы мышцы оставались расслабленными во время операции.



Инъекции местной анестезии применяются перед удалением злокачественной меланомы (опухоль пигментных клеток кожи). Пациент полностью осознает, что происходит, но не чувствует боли



При общей анестезии анестезиолог на протяжении всей операции следит за состоянием пациента. Специальное оборудование измеряет артериальное давление, ритм сердца и дыхания

Для успокоения пациента перед серьезной операцией обычно проводится премедикация. Часто вводится другое средство для контроля легочных секреций, которые в противном случае могут вдыхаться под наркозом



Другие места действия

Кроме действия в мембране нервной клетки и в липоидном бислое обезболивающие средства могут воздействовать на другие участки, связанные с прохождением нервных импульсов.

СИНАПСЫ И АКСОНЫ

Когда нервный импульс достигает окончания нервной клетки, открываются особые каналы. Они позволяют ионам кальция проникать в нервную клетку. Это, в свою очередь, вызывает выделение химических нейротрансмиттеров из синаптических пузырьков в синапс.

Анальгетики воздействуют на эти кальциевые каналы, предотвращая их обычное открывание и снижая выделение нейротрансмиттеров.

Известно, что некоторые анальгетики взаимодействуют с белками на поверхности соседней нервной клетки, нарушая связи ацетилхолина. Это должно ослаблять инициированный импульс.

ВЫСШИЕ НЕЙРОННЫЕ ЦЕПОЧКИ

Ретикулярная формация – область мозга, участвующая в регулировании сознания.

Общая анестезия может вызывать потерю сознания за счет блокирования процесса обработки сенсорной информации при ее прохождении через эту область.

Как возникает инфекция

Хотя тело является природным носителем огромного числа бактерий, инфекция обычно не возникает, пока не нарушена защита тела. В основном инфекция передается от других людей.

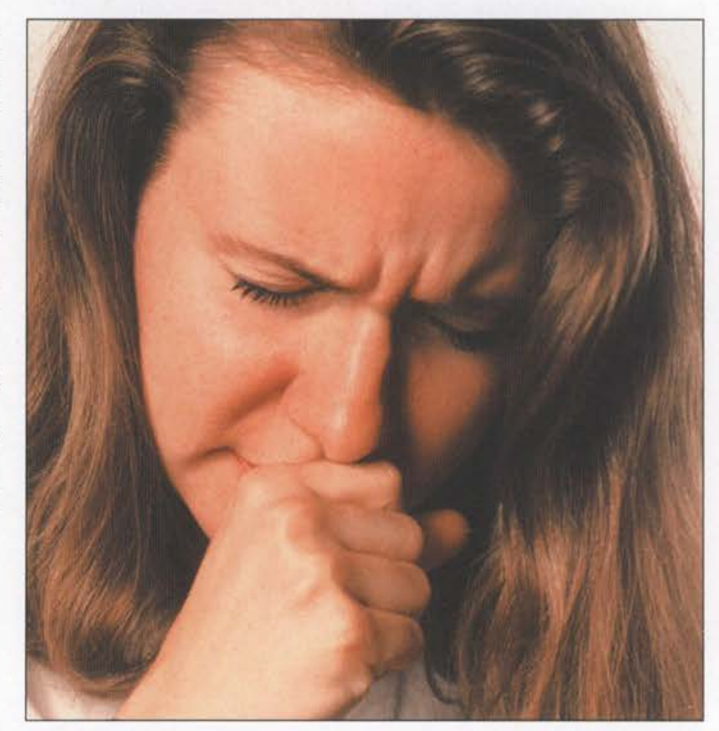
Ежедневно тело подвержено воздействию бесчисленного числа микроорганизмов. На самом деле оно само является носителем миллионов бактерий, местом их сосуществования.

Большинство бактерий безвредны, пока остаются в защищенных местах, таких как поверхность кожи, кишки, нос, рот или влагалище. Однако если эти поверхности повреждаются в результате травмы или болезни и этим организмам позволяется проникать в обычно стерильные внутренние ткани, может возникать инфекция. Толстая кишка, например, является пристанищем множества бактерий, которые обычно не причиняют никакого вреда, но если они попадают в брюшную полость, может возникнуть серьезная инфекция.

ЗАЩИТНЫЕ БАРЬЕРЫ

К счастью, тело имеет ряд защитных барьеров, которые действуют как первая линия обороны против инфекций.

- Кожа – обеспечивает физический барьер для болезнетворных микроорганизмов, помогает сохранять стерильность внутренностей тела.
- Нос – содержит липкую слизь и волоски, которые отлавливают потенциально опасные микроорганизмы, тогда как механизм чихания выбрасывает их из тела.
- Слюна – содержит антитела, борющиеся с болезнетворными микроорганизмами.
- Слезы – содержат вещества, предотвращающие инфекцию глаз.
- Горло – защищается с помощью рефлекторной реакции кашля.
- Желудок – продуцирует сильную кислоту, уничтожающую любые болезнетворные микробы.



Кашель – это рефлекторное действие, с помощью которого из дыхательных путей удаляются микроорганизмы. Это один из защитных механизмов тела против инфекции

Местная инфекция

Если болезнетворным организмам удается пробить первую линию обороны тела, они могут начать размножаться в тканях, вызывая инфекцию. В ответ на это на теле появляется воспаление, это важная реакция, предотвращающая распространение инфекции.

ПОКРАСНЕНИЕ

Если достаточно много болезнетворных микроорганизмов проникает в тело, они начинают выделять вредные токсины или повреждают местные клетки, в результате чего местные кровеносные сосуды расширяются и приток крови к поврежденному месту возрастает. Обычно это сопровождается покраснением поврежденного места и приливом к нему тепла. Кроме того, водянистая жидкость, вытекающая из кровеносных сосудов, вызывает видимое распухание вокруг поврежденного места. Усиление притока крови позволяет клеткам иммунной системы, включая фагоциты (вид белых кровяных клеток, поглощающих и уничтожающих болезнетворные микроорганизмы), достигать поврежденного места и атаковать присутствующие там микроорганизмы. Обычно этого достаточно для предотвращения распространения инфекции, а по мере уничтожения болезнетворных микробов спадает и опухоль.

Если инфекция особенно сильна, образуется стенка из фиброзных тканей вокруг инфицированного места. Эта стена локализует поврежденное место. Образуется гной, содержащий мертвые лейкоциты, клетки тела и бактерии, остатки клеток.

Вокруг инфицированного места может образовываться стенка из фиброзной ткани. А скапливающийся в стенке гной образует абсцесс

Инкубационный период

После проникновения болезнетворных микроорганизмов в тело возникает временная пауза, прежде чем появляются признаки болезни. Это происходит потому, что все болезнетворные микроорганизмы проходят инкубационный период, во время которого они могут размножаться. Когда их образуется достаточное количество, у больного появляются видимые симптомы.

Различная продолжительность. Инкубационный период значительно варьируется, от всего нескольких часов до нескольких лет. Холера может развиться в течение двух часов, а СПИД – только через много лет после заражения.



Болезнетворные микроорганизмы проходят инкубационный период. Здесь показано деление стрептококка (внизу в центре)

Общая инфекция

Некоторые микроорганизмы проникают в кровоток и быстро распространяются по телу. Обычными симптомами общей инфекции являются жар и сыпь.

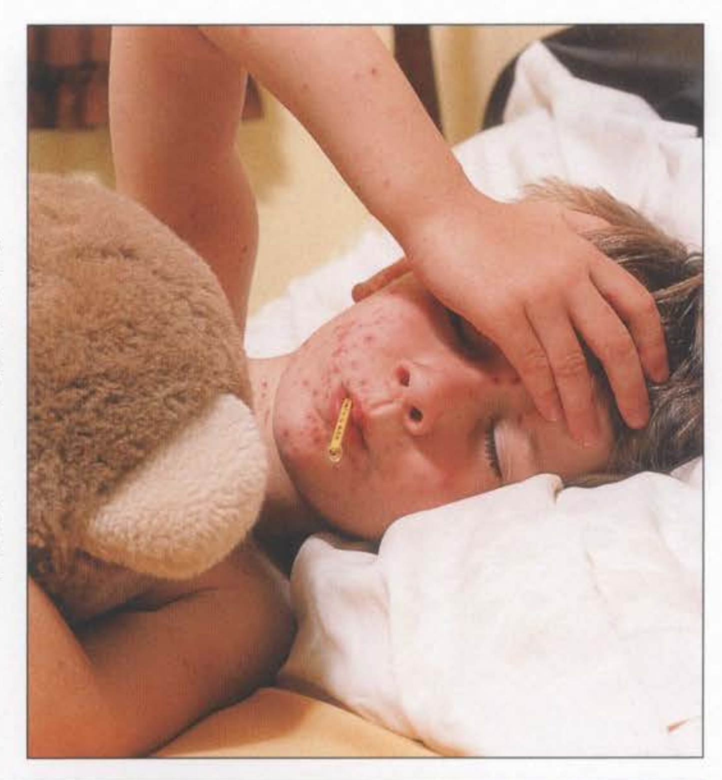
В некоторых случаях болезнетворные микроорганизмы или токсины, которые они вырабатывают, проникают в кровоток и быстро распространяются по всему телу. Подобное состояние известно как общая инфекция, оно вызывает характерные симптомы, такие как жар и сыпь.

ЖАР

Жар возникает, когда клетки иммунной системы, поврежденные вторгшимися микроорганизмами, начинают выделять вещества, известные как цитокины. Они воздействуют на «термостат» тела (контролируемый головным мозгом), устанавливая его на более высокие температуры. В результате обычная температура тела воспринимается головным мозгом, как слишком низкая, от этого возникает озноб, а затем автоматически вырабатывается больше тепла. От этого температура тела поднимается до такого уровня, который смертелен для многих болезнетворных микроорганизмов.

СЫПЬ

При общей инфекции на теле появляется сыпь, это результат повреждения кожи микроорганизмами или выделяемыми ими токсинами.



Иногда инфекция воздействует на все тело. Подобная общая инфекция является серьезным заболеванием, его характерные симптомы – жар и сыпь

Распространение инфекции



Загрязненная вода облегчает распространение инфекции. Мытье посуды в загрязненных реках может привести к брюшному тифу

Большинство инфекций приобретаются прямо или косвенно от других людей и могут распространяться следующими путями.

■ Кожный контакт – если доза микроорганизмов большая или достаточно опасная, инфекция может распространяться через кожный контакт. Некоторые организмы, такие как стафилококк, проникают в потовые железы и волосяные фолликулы, вызывая гнойники и фурункулы. Например, импетиго, или бактериальная инфекция кожи, может легко распространяться через кожный контакт.

■ Распространение через глаз – болезнетворные микроорганизмы могут распространяться через глаз при его соприкосновении с пальцами, что вызывает такие инфекции, как конъюнктивит. Инфекция может распространяться от одного глаза к другому и может передаваться даже через зараженное полотенце или косметику.

■ Распространение через нос – болезнетворные организмы часто попадают на пальцы, а затем распространяются через нос при потирании носа пальцами. На самом деле риновирусы, вызывающие насморк, чаще передаются через рукопожатие, чем через чихание.

■ Воздушно-капельный путь – некоторые инфекции распространяются воздушно-капельным путем, то есть при вдыхании воздушных капель, выделяемых при кашле или чихании. Некоторые инфекционные бактерии вдыхаются в виде сухих спор, содержащихся в пыли, например при ку-лихорадке.

■ Глотание – хотя желудочная кислота уничтожает большинство болезнетворных микроорганизмов, некоторым удается выжить и проникнуть в кишки. Подобным образом инфекция может распространяться при употреблении зараженной пищи или воды, например в случае гастроэнтерита. Пищевые отравления может также вызывать пища, зараженная бактериями с рук продавцов. На руках может присутствовать вирулентный токсин, выделенной бактерией стафилококка.

■ Загрязнение фекалиями – это распространенная причина инфекции, так как фекалии могут содержать болезнетворные микроорганизмы, которые попадают в пищу от рук поваров, не моющих руки (например, токсикация сальмонеллами). Энтеровирусы могут распространяться через глотание фекальных следов, например полиомиелит и гепатит А.

■ Во время беременности – инфекция может распространяться непосредственно от матери к ребенку через плаценту, например токсоплазмоз. Во время родов младенцам также могут передаваться герпес или сифилис через контакт с инфицированным влагалищем.

■ Через кровь – микроорганизмы могут попадать в кровь при использовании инфицированных шприцов либо при выполнении татуировок или пирсинга нестерильными иглами. Таким образом распространяется ВИЧ-инфекция.

■ Через половой контакт – некоторые инфекционные заболевания, такие как герпес, могут распространяться во время полового акта.

КОНТАКТ С ЖИВОТНЫМИ

Некоторые инфекции распространяются при контакте с животными и насекомыми. От инфицированных животных можно заразиться бешенством, от насекомых – малярией.



В слюне самок комаров содержатся паразиты, вызывающие малярию. Это одна из болезней, переносимых насекомыми или животными

Аллергии

Аллергии могут вызываться чем угодно, от арахиса и пчелиных укусов до пенициллина и ювелирных изделий. Иммунологи подразделяют эти аллергические, или сверхчувствительные, реакции на четыре типа.

Тип I – мгновенные аллергические реакции



Аллергия на арахис признается серьезной проблемой, которая может привести к анафилактическому шоку

Сенная лихорадка – аллергическая реакция на пыльцу зерновых – типичный пример атопической аллергии I типа



Фекалии клеща домашней пыли, обитающего в постельном белье, коврах и мебели, являются частным аллергеном



У этого мальчика анафилактическая реакция на укус пчелы, вызывающая отек – жидкость скапливается вокруг глаза

Аллергия I типа – мгновенная реакция, начинающаяся в течение нескольких секунд после воздействия аллергена.

Самыми распространенными примерами являются сенная лихорадка, детская экзема и бронхиальная астма. Около 10% населения страдают атопией.

При взаимодействии с аллергеном вместо нормальной иммунной реакции тело начинает вырабатывать иммуноглобулин Е. Он взаимодействует с мастоцитами, которых особенно много в коже, дыхательных путях и желудочно-кишечном тракте, и способствует выделению ряда воспалительных веществ, включая гистамин.

Гистамин вызывает расширение кровеносных сосудов и является основной причиной типичных аллергических реакций – насморк, увлажнение глаз, зуд и покраснение кожи. Симптомы также зависят от места внедрения аллергена. Вдыхаемый аллерген вызывает сужение дыхательных путей и астматические симптомы; если он проникает в тело с пищей, симптомы включают рвоту и диарею.

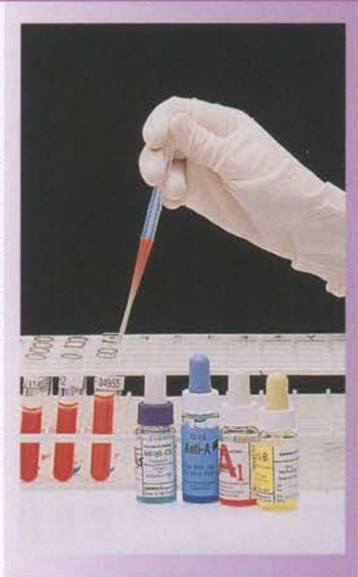
Более серьезная реакция может возникать, если аллерген попадает в кровоток. Это анафилактический шок. Дыхательные пути сживаются (может распухнуть язык), затрудняя дыхание, а внезапное расширение кровеносных сосудов и потеря жидкости могут вызвать коллапс. Обычно это происходит с восприимчивыми людьми в результате укусов насекомых (пчел и пауков), инъекций чужеродных средств (например, пенициллина или других лекарств) или употребления некоторых продуктов, таких как арахис. Восприимчивые люди могут носить при себе шприц с адреналином. К счастью, анафилактический шок случается редко.

Тип II – реакции на «инородные» клетки

Аллергия II типа вызывается в результате взаимодействия антител со «своими» молекулами на поверхности клеток. Это может возбудить ряд дальнейших реакций.

Одним из примеров подобных реакций может служить несовпадение групп крови при переливании. У всей крови резус либо положительный (Rh+), либо отрицательный (Rh-), в зависимости от присутствия определенного белка на поверхности кровяных клеток человека. Если у беременной женщины резус отрицательный, а у плода резус положительный, то возможно поступление крови плода в кровоток матери во время родов, после чего случается выкидыш.

На поздней стадии беременности, если у плода резус положительный, антитела могут пересечь плаценту, войти в кровоток плода и оказать пагубные воздействия. Инъекция антител вскоре после родов уничтожит красные клетки плода в теле матери.



Точное определение группы крови очень важно для предотвращения иммунных реакций при трансплантации органов



Если происходит несовпадение при переливании крови, иммунная защита разрушает «чужеродную» кровь



Мать может выпускать антитела в кровь плода, если вступает в контакт с ней. Это приводит к иммунным реакциям на более поздней стадии беременности

Тип III – реакции на комплексы антитело-антиген

Аллергия III типа наблюдается, когда аллергены распространяются по всему телу. Тело вырабатывает антитела, которые образуют нерастворимые комплексы антитело-антиген. Тело не может очиститься от них, и в результате возникают сильные воспалительные реакции.

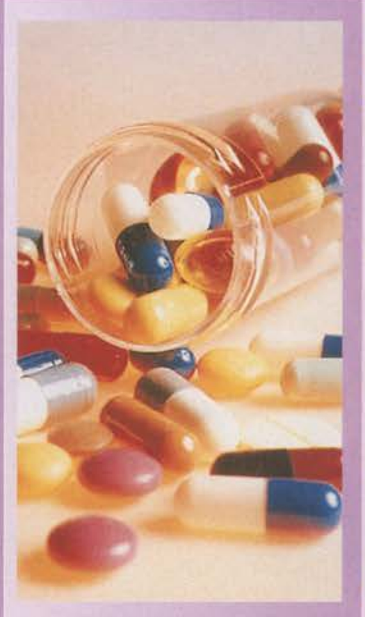
Примеры подобной аллергии включают «легкие фермера», она вызывается вдыханием плесени, растущей на сене, и аллергический альвеолит, вызываемый вдыханием грибных спор.

Ряд микроорганизмов может возбуждать формирование иммунных комплексов. Стрептококковая инфекция горла может усугубляться образованием иммунных комплексов, а также микроорганизмами, вызывающими малярию, сифилис и проказу. Такой же эффект могут оказывать и лекарственные средства.

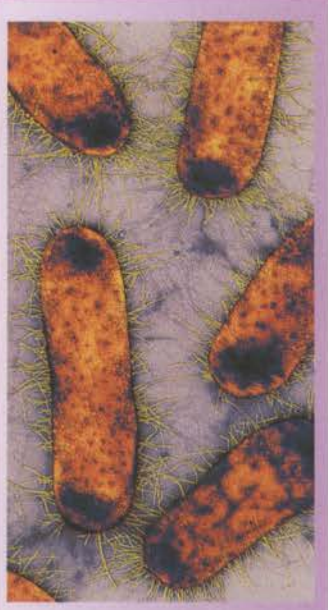
Эти реакции участвуют и в аутоиммунных нарушениях, когда иммунная защита тела атакует питающую ткань. Примерами служат красная волчанка и ревматоидный артрит.



Ревматоидный артрит – аутоиммунное нарушение, при котором иммунная защита тела атакует питающую ткань. В данном случае – это выстилка суставов, что вызывает ее эрозию и деформацию



Известно, что ряд лекарственных средств может вызывать аллергические реакции. Например, пенициллин в теле может при взаимодействии с белком провоцировать сильную иммунную реакцию



При инфекциях, вызывающих малярию, сифилис и проказу, поверхность микроорганизма может возбуждать аллергическую реакцию III типа. Комплекс антител и бактерий может быть опасным

Тип IV – реакции замедленного типа



Эта реакция IV типа – на самом деле аллергия на лак для ногтей. Такие аллергические реакции могут возникать на определенном удалении от места воздействия аллергена. Здесь дерматит на глазном веке



Эта язва вызвана аллергической реакцией на пластырь, которым залепили рану. Подобные реакции обусловлены выделением химических веществ, которые называются лимфокины, из Т-лимфоцитов (Т-клеток)

Здесь у пациента рана, проходящая через колено. Аллергические пятна – результат гиперчувствительности к металлическим поверхностям хирургических инструментов



Контактный дерматит у девушки вызван реакцией на никель в украшении. Он проникает в кожу, где взаимодействует с белками и признается иммунной системой «чужеродным веществом»

Реакции IV типа известны как замедленная сверхчувствительность. Они кажутся гораздо более медленными и вызываются действиями ряда белых кровяных клеток. Основное воздействие оказывают так называемые Т-клетки (иммунные клетки). Воспалительные реакции вызывает выделение из них лимфокинов. Так что антигистаминные препараты не эффективны против подобных аллергий.

Известным проявлением реакции IV типа является аллергический контактный дерматит. Это результат контакта кожи, например, с крапивой, ядовитым плющом, тяжелыми металлами, такими как свинец и ртуть, косметическими средствами и дезодорантами. Эти вещества часто слишком слабые, чтобы вызывать иммунную реакцию, но при всасывании через кожу взаимодействуют с белками тела и признаются «чужеродными» (этот способ используется при пробе Гиффа на туберкулез).

Никель и медь в украшениях могут вызывать контактный дерматит. Существует широкий спектр потенциальных аллергенов, и тщательный расспрос пациента о случаях аллергии и сопутствовавших кожных пробах может помочь установить аллерген. Сыпи могут быть хроническими (долговременными), отдельными пятнами, на определенном удалении от места воздействия аллергена. Например, аллергия на лак для ногтей может проявляться на лице или шее.

Аллергические реакции

Аллергия – это неадекватная реакция иммунной системы тела на обычно безвредное существо. Аллергические реакции варьируются от сенной лихорадки и астмы до опасного для жизни анафилактического шока.

Аллергия – это сверхчувствительность тела на определенные вещества. Если тело вступает в контакт с этим веществом, могут появляться неприятные и даже опасные для жизни симптомы.



Кожные аллергии обычно возникают в результате прямого контакта с аллергеном. Здесь у пожилой женщины появилась сыпь из-за пены для ванн

ИММУННАЯ РЕАКЦИЯ

Аллергии возникают, когда иммунная система – защита тела против инфекций – неправильно идентифицирует безвредное вещество как вредоносное и борется с ним. В результате могут возникать неприятные симптомы, такие как сыпь или насморк, а в некоторых случаях и опасный для жизни шок. Аллергические реакции может вызывать все, что угодно, но типичными аллергенами являются цветочная пыльца, яд от укуса осы, пенициллин, латекс, арахис и моллюски.

Основными компонентами иммунной системы тела являются лимфоциты, способные распознавать чужеродные частицы (антигены) и формировать необходимые антитела (иммуноглобулины), специально предназначенные для борьбы с ними. Существует пять основных видов антител: иммуноглобулин A, иммуноглобулин D, иммуноглобулин E, иммуноглобулин G и иммуноглобулин M. За аллергические реакции отвечает иммуноглобулин E.

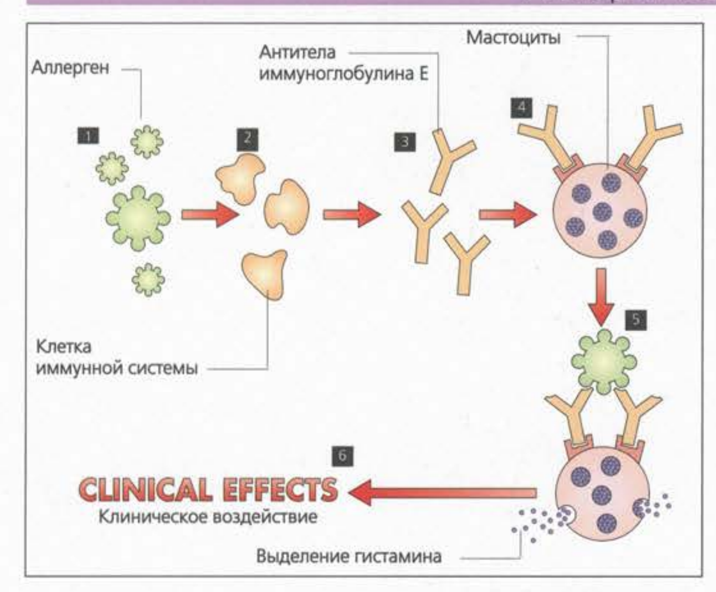
Аллергии обычно передаются по наследству, через поврежденный ген, ответственный за продуцирование белка, позволяющего лимфоцитам распознавать опасные и неопасные белки. Это значит, что у пациента, страдающего, например, аллергией на моллюсков, B-клетка не способна определить, что белок, поглощенный как часть еды, содержащей моллюсков, не угрожает телу. В результате B-клетка в больших количествах продуцирует антитела, иммуноглобулин E.

СЕНСИБИЛИЗАЦИЯ

Эти антитела последовательно прикрепляются к базофилам (тип белой кровяной клетки) и мастоцитам (присутствуют в соединительной ткани) тела, заставляя тело настраиваться на борьбу с аллергенным белком.

Базофилы и мастоциты продуцируют гистамин, важное оружие при борьбе тела с инфекциями. Однако выделенный в чрезмерных количествах гистамин оказывает вредное воздействие.

Аллергический каскад



При аллергической реакции человека на вещество возникает «эффект домино». Приводится в действие цепочка событий, известная как аллергический каскад

Примерно через 10 дней после первой реакции на аллерген все базофилы и мастоциты оказываются подверженными воздействию иммуноглобулина E, и организм становится чувствительным к этому аллергену. Если после этого организм вторично вступает в контакт с этим аллергеном, он уже будет готов мгновенно атаковать, и начинается каскадная реакция, вызванная «эффектом домино».

Аллергическая каскадная реакция возникает следующим образом.

1) Тело и аллерген вступают в контакт.

2) Стимулируются клетки иммунной системы.

3) Вступают в действие антитела иммуноглобулина E.

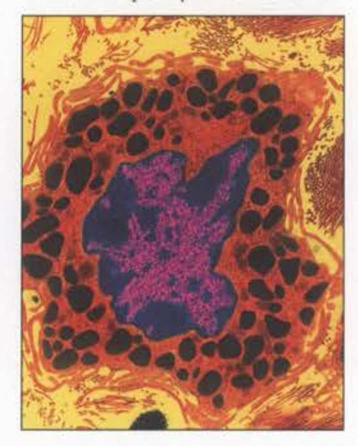
4) Антитела иммуноглобулина E вступают во взаимодействие с поверхностью мастоцитов и базофилов, распознают аллерген по специальным белковым меткам на его поверхности.

5) Антитела иммуноглобулина E, все еще прикрепленные к мастоцитам и базофилам, прикрепляются к поверхности белков аллергена. Здоровые мастоциты и базофилы разрушаются (дегрануляция). Выделяется гистамин, заставляющий расширяться кровеносные сосуды, что приводит к снижению артериального давления; пространства между окружающими клетками заполняются жидкостью.

6) В зависимости от аллергена и места реакции симптомы могут проявляться моментально. Например, если реакция возникает в слизистой оболочке носа, тут же появляются симптомы сенной лихорадки в виде чихания.

НЕАЛЛЕРГИЧЕСКАЯ РЕАКЦИЯ

У обычного человека аллергический каскад не прогрессирует, поскольку аллерген уничтожается. Группа из примерно 20 белков в крови связывается с местом нахождения аллергена/антитела. По завершению образования цепочки белков аллерген уничтожается.



Мастоциты – это крупные клетки в соединительной ткани. Гистамин продуцируется в базофильных гранулах клеток (черные)

Анафилаксия

Анафилактический шок – это чрезмерная аллергическая реакция, воздействующая на все тело. Без лечения адреналином может привести к смертельному исходу.

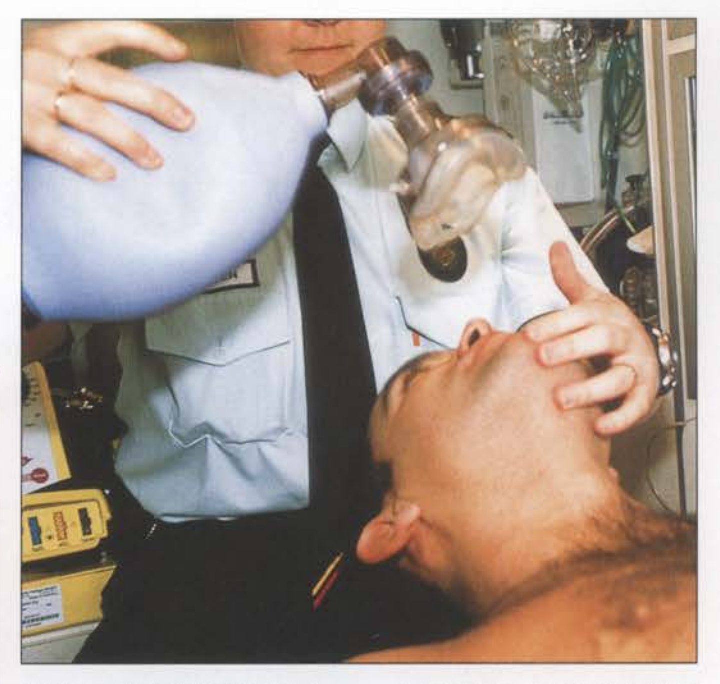
В некоторых случаях в аллергической реакции может участвовать все тело, такая реакция называется общей. Во время этой реакции гистамин расходится по телу, заставляя расширяться капилляры во многих тканях. Анафилаксия возникает, когда реакция настолько мощная, что артериальное давление становится угрожающе низким. В чрезвычайных случаях давление опускается так низко, что тело впадает в шок. Такая реакция известна как анафилактический шок, и часто ее исход смертелен.

МОЩНАЯ РЕАКЦИЯ

Анафилаксия развивается стремительно и несколькими путями. У человека может моментально появиться сыпь, горло может распухнуть, поскольку клетки выделяют жидкость в окружающие ткани, что затрудняет дыхание. Опасно и быстрое снижение артериального давления, сопровождающее этот процесс, поскольку кровеносные сосуды по всему телу расширены. Головной мозг и другие важные органы начинают страдать от нехватки кислорода, и через несколько минут человек может умереть. А если он и выживет после такой аллергической реакции, головной мозг и почки могут навсегда остаться поврежденными.

Серьезная аллергическая реакция может вызывать локальное опухание тканей, известное как отек. Губа отекла в результате пчелиного укуса





Анафилактический шок опасен. В чрезвычайных случаях у пациента может случиться остановка дыхания или сердца, и ему потребуется реанимация

АДРЕНАЛИН

Эффективным лечением анафилаксии является внутримышечная инъекция адреналина, натурального гормона, который вырабатывают надпочечники.

Адреналин противодействует симптомам, вызванным излишним количеством гистамина, путем сужения кровеносных сосудов тела и открытия дыхательных путей. Очень важно правильно сделать инъекцию сразу при возникновении симптомов, только тогда она будет наиболее эффективной.

Люди, серьезно страдающие аллергией, носят при себе шприцы с лекарством для инъекций.

Лечение аллергий



Скарификационная кожная проба часто используется для определения аллергена, вызывающего аллергическую реакцию

Если люди подозревают, что страдают аллергией, они могут сделать тест на выявление ее точной природы. Скарификационная кожная проба является самым распространенным способом определения причины аллергии. В ходе теста на кожу наносится разбавленный экстракт возможного аллергена (обычно в области предплечья), а затем делается царапина иглой. Если в области царапины появляется опухлость или покраснение, это будет означать, что на этот аллерген среагировали антитела иммуноглобулина Е.

Анализ крови также может использоваться для диагностирования аллергии, особенно у маленьких детей, так как даже минутный контакт с аллергеном в ходе скарификационной кожной пробы может вызвать у них анафилактическую реакцию.

Ни одна технология не дает стопроцентной гарантии, но сочетание кожной пробы с анализом крови и изучением медицинской карты пациента может помочь при установлении диагноза и выборе схемы лечения.

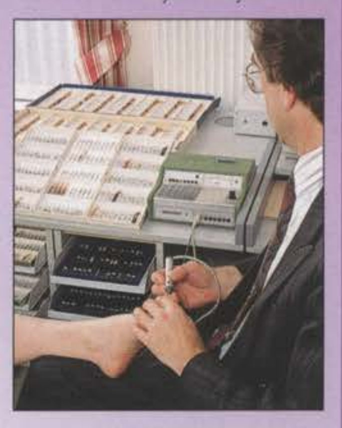
Лечение аллергии

При установлении диагноза многих аллергических реакций, таких как на собачью шерсть и моллюсков, можно просто избежать. Однако некоторых аллергенов, таких как пыльца растений, плесень или пыль, присутствующие в окружающей среде, избежать невозможно. С аллергическими реакциями можно бороться антигистаминными, противоотечными, кортикостероидными средствами, а в случае анафилаксии – с помощью адреналина.

Иммунотерапия

Для людей, серьезно страдающих аллергией, не поддающейся лечению, единственной надеждой на ведение нормального образа жизни может стать иммунотерапия. Она включает ряд инъекций определенного аллергена, начиная с очень слабого раствора и с постепенным увеличением дозы.

Эти инъекции позволяют иммунной системе со временем привыкнуть и потерять чувствительность к аллергену, в результате чего она будет выделять меньше антител иммуноглобулина Е.



Некоторым людям необходимо сделать вегетативный рефлекторный тест на аллергические реакции

Адаптация к изменениям атмосферного давления

Изменения атмосферного давления ощущаются, когда мы находимся выше или ниже уровня моря. В определенной степени тело может адаптироваться к изменениям концентрации кислорода, когда давление повышается или понижается.

Жизнь тела зависит от кислорода, основного компонента воздуха. Кислород (0_2) переносится красными кровяными клетками из легких в ткани тела, где он заменяется продуктами отходов и углекислым газом ($C0_2$), которые удаляются при выдохах. Этот процесс необходим для выработки энергии, требующейся для функционирования тела.

АТМОСФЕРНОЕ ДАВЛЕНИЕ

Кислород составляет 20,96% от объема воздуха. Атмосферное давление определяет плотность воздуха, а значит, количество кислорода в том воздухе, который мы вдыхаем.

Люди лучше всего чувствуют себя на высоте уровня моря, где воздух достаточно плотный, что обеспечивает нормальную концентрацию кислорода при каждом вдохе.

ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ

По мере удаления от уровня моря, например во время похода в горы или при глубоководном погружении, атмосферное давление меняется. Чтобы выживать в этих условиях, тело должно адаптироваться к происходящим физиологическим изменениям. Этот процесс известен как акклиматизация.



Объем кислорода при вдохе зависит от атмосферного давления. Если давление меняется, тело должно адаптироваться к этому

Выживание при высоком давлении под водой

Вода представляет собой среду с высоким давлением, к которой люди не адаптированы. Основным препятствием выживания в такой среде является неспособность человека получать из воды кислород для дыхания.

Кроме того, газообмену внутри легких мешает высокое давление окружающей среды, увеличивающееся с глубиной погружения.

РЕФЛЕКСЫ ВО ВРЕМЯ ПОГРУЖЕНИЯ

Люди плохо адаптированы к водной среде. Все же имеется несколько рефлексов, помогающих не утонуть и сберегать кислород. Эти рефлексы включают задержку дыхания, замедление сердцебиения, сужение периферийных кровеносных сосудов и уменьшение периферийного притока крови.



АДАПТАЦИЯ

Опытные ныряльщики способны использовать эти рефлексы, что позволяет им длительное время находиться под водой.

На практике емкость легких увеличивается настолько, что перед всплытием в них скапливается значительный объем кислорода. А использование таких приемов, как гипервентиляция, когда увеличенный объем кислорода попадает в легкие, позволяет ныряльщикам оставаться под водой дольше обычного.

Автономная дыхательная аппаратура позволяет ныряльщикам дышать под водой. Повышенное давление может оказывать вредное воздействие

ГЛУБОКОВОДНОЕ ПОГРУЖЕНИЕ

Однако существуют ограничения, касающиеся пребывания тела под водой, поэтому при погружении на большие глубины ныряльщику требуется искусственное снабжение кислородом.

Современное оборудование снабжает ныряльщиков кислородом, давление которого постоянно соответствует давлению кислорода в легких. Это позволяет ныряльщикам оставаться под водой длительное время и достигать больших глубин.

Декомпрессионная болезнь

Хотя азот (составляющий 79% воздуха) обычно оказывает незначительное воздействие на тело, длительное пребывание в условиях высокого давления может приводить к его концентрации в тканях тела, вызывая наркотический эффект. У ныряльщиков может закружиться голова, как при опьянении.

При постепенном всплытии растворенный азот рассеивается медленно. Но если ныряльщик поднимается на поверхность быстро, резкое снижение давления приводит к образованию пузырьков азота в крови, что приводит к эмболии (закупорке), которая может стать смертельной или вызвать паралич (когда пузырьки мигрируют в головной мозг), и костно-мышечным болям.

В таких случаях следует немедленно проводить рекомпрессию в барокамере с повышенным давлением, а затем постепенную декомпрессию.

Адаптация к низкому давлению

На больших высотах атмосферное давление уменьшается и ощущается нехватка кислорода. Несмотря на ее компенсацию телом, возможна высотная болезнь.

По мере увеличения высоты атмосферное давление снижается, воздух становится все менее и менее плотным. В результате каждый вдох будет приносить меньше кислорода.

СНИЖЕНИЕ ОБЪЕМА КИСЛОРОДА

Подобные экстремальные условия оказывают интересное воздействие на дыхание. Тело адаптируется к частичному снижению объема кислорода в легких за счет использования ряда компенсаторных механизмов.

Другими словами, снижение объема кислорода будет компенсироваться увеличением объема и интенсивности вдыхания воздуха. Дыхательный центр головного мозга дает команду на более глубокое дыхание, чтобы в легкие поступало больше воздуха, а значит, и кислорода.

Нехватка кислорода на больших высотах также стимулирует усиление выработки гемоглобина и красных кровяных клеток, что увеличивает объем кислорода, переносимого кровью. Кроме того, учащение сердцебиения и повышение артериального давления максимизируют объем кислорода, переносимого по телу.

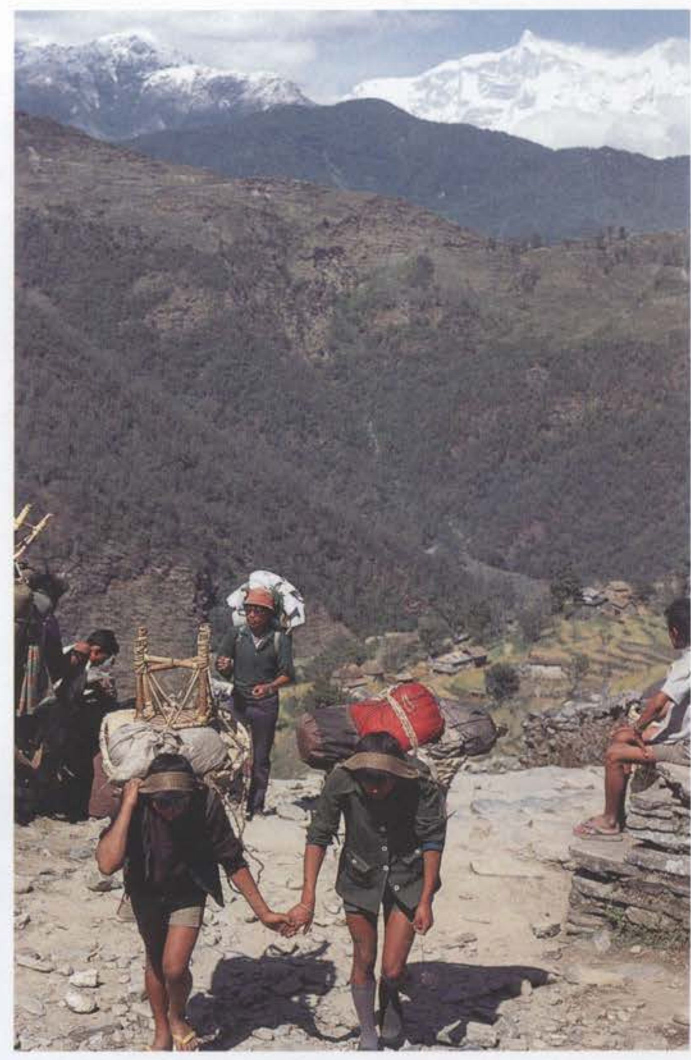
При нахождении на больших высотах долгое время в тканях тела увеличивается количество кровеносных сосудов, что усиливает эффективность газообмена. Более того, мышечные волокна уменьшаются в размере, что сокращает диффузионный путь кислорода.

АККЛИМАТИЗАЦИЯ

Подобные акклиматизационные физиологические изменения эффективны, но они не самопроизвольные, и акклиматизация должна происходить постепенно. Слишком быстрый подъем или восхождение на слишком большую высоту приводят к тому, что тело не успевает адаптироваться и не может справляться с нехваткой кислорода.



В салонах и кабинах большинства самолетов поддерживается высокое давление. В экстренных случаях можно воспользоваться кислородными масками



Шерпы известны своей способностью выживать высоко в Гималаях. Они адаптировались к жизни в условиях очень низкого атмосферного давления

Высотная болезнь



В условиях низкого давления тело не способно к большим нагрузкам. Высотная болезнь возникает из-за нехватки кислорода

Высотная болезнь возникает, когда высота слишком велика, чтобы тело могло справляться с ней, или в результате слишком быстрого снижения давления.

В условиях нехватки кислорода тело должно работать более интенсивно, пропуская больше воздуха через легкие, тогда как усиленное дыхание требует еще большего расхода энергии. Дыхание становится затрудненным и прерывистым, концентрация кислорода, достигающего тканей тела, сильно уменьшается, и наступает состояние гипоксии. Человек начинает испытывать головокружение, головную боль и тошноту.

Лечение такого состояния предполагает постепенный спуск, а в некоторых случаях – прием лекарств. Серьезные случаи высотной болезни весьма опасны: может произойти кровоизлияние в мозг и концентрация жидкости в легких.

Тело не может нормально функционировать без кислородного оборудования на высоте свыше 6400 м.

Поведение тела в космическом полете

Космическое путешествие оказывает существенные воздействия на тело. Чтобы противостоять этим воздействиям, космонавтам требуется проходить курс специальной подготовки, используя для этого необычайно сложное оборудование.

С момента взлета космического корабля на космонавта начинают действовать значительные изменения в окружающей среде.

АДАПТАЦИЯ К КОСМИЧЕСКОМУ ПРОСТРАНСТВУ

Перегрузки при старте космического корабля подвергают тело огромному давлению. При ускорении корабля вес в три раза превышает нормальный, что вызывает сжатие грудной клетки, затруднение дыхания и ощущение огромной тяжести. В течение нескольких минут корабль выходит на орбиту, и наступает состояние невесомости.

При возвращении на Землю снова необходима адаптация. Космонавты должны иметь отличное здоровье и проходить интенсивную специальную подготовку.



Когда корабль взлетает, на тело действуют силы гравитации, в три раза превышающие нормальные. Это оказывает очень сильное давление на все системы тела

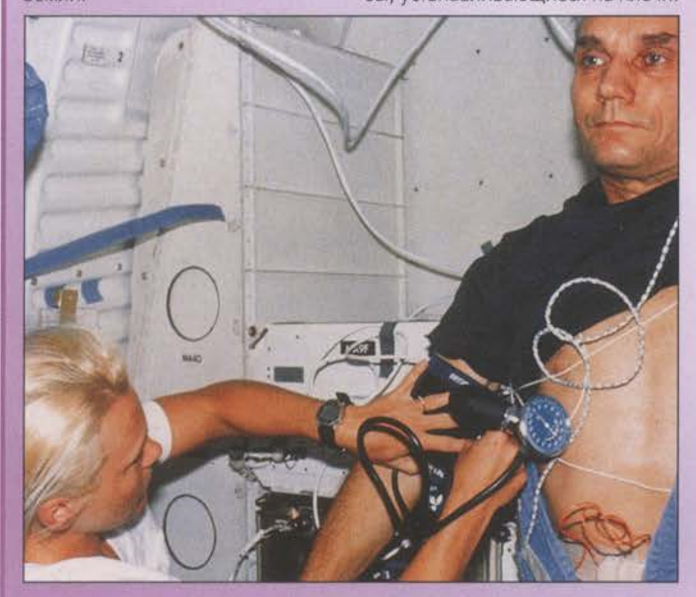
При взлете космонавты испытывают чувство необычайной тяжести. А через несколько минут наступает состояние невесомости

Меры предосторожности во время полета

Находясь в космосе, космонавтам следует строго выполнять программу упражнений (до 2 часов в день), чтобы не допустить истощения мышц, костей и сердца.

Без этих упражнений тело слишком ослабнет, чтобы выдержать возвращение в атмосферу Земли.

Из-за ограниченного пространства с невесомостью космонавтам можно полагаться только на тренажеры, такие как бегущая дорожка, чтобы не допустить истощения мышц. Для создания ощущения тяжести они также используют резиновые ленты и грузы, устанавливающиеся на плечи.



Потеря жидкости

Одним из способов борьбы с потерей жидкости является устройство создания отрицательного давления в нижней части тела. Это устройство напоминает вакуумный пылесос, оно помещается ниже талии и притягивает жидкость к ногам.

Это устройство можно крепить к тренажеру, такому как бегущая дорожка. Занимаясь с использованием этого устройства 30 минут ежедневно, космонавты могут поддерживать кровеносную систему в состоянии, близком к земному.

Перед самым возвращением на Землю астронавты пьют в больших объемах воду или солевые растворы, что помогает возмещать потерю жидкостей. Без этих мер космонавт может потерять сознание, когда встанет на ноги по возвращении на Землю.

В космосе космонавты следят за изменениями в теле. Это предоставляет ценные данные для исследования воздействия на тело космических полетов



Космонавты каждый день занимаются на тренажерах, таких как бегущая дорожка. Это предотвращает истощение мышц

Мониторинг

Постоянный мониторинг изменений в теле при каждом действии является необычайно важной частью задания космонавта. Эти данные необходимы, так как позволяют определять воздействие на тело космических полетов.

Создание безопасной микросреды

Космос представляет собой враждебную для тела окружающую среду. Вне корабля космонавты без скафандров погибнут за несколько секунд.

Хотя космонавты успешно высадились на Луну и совершили прогулку по ее поверхности, без специального снаряжения сделать это было бы невозможно.

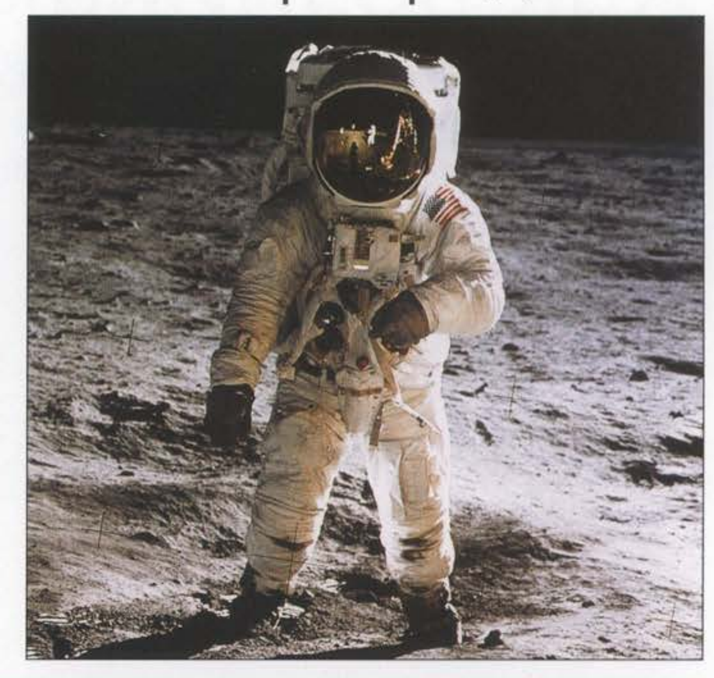
ВРАЖДЕБНАЯ ОКРУЖАЮЩАЯ СРЕДА

Если бы космонавты покинули безопасный корабль без скафандров, они тут же погибли бы по нескольким причинам.

- В результате нехватки кислорода они потеряли бы сознание в течение 15 секунд.
- В космосе слишком низкое давление воздуха либо его вообще нет, что моментально привело бы к закипанию крови и других жидкостей тела.
- Экстремальные температуры в диапазоне от 120° С на солнце до −100° С в тени стали бы смертельными.
- На тело воздействовали бы смертельные дозы радиации от космических лучей и заряженных частиц, испускаемых солнцем.

Кроме того, космонавты столкнулись бы с такой опасностью, как быстродвижущиеся твердые частицы и обломки спутников.

По этим причинам для создания безопасной микросреды требуется необычайно сложное оборудование.



Скафандры создают среду, в которой регулируются температура и давление. Они также защищают космонавтов от радиации

Скафандры



Перед тем как надевать скафандры, космонавты входят в воздушный шлюз. Это позволяет их телам приспособиться к пониженному атмосферному давлению

Скафандры позволяют космонавтам безопасно выходить в космос, обеспечивая при этом:

- Атмосферу с нужным давлением, что важно для поддержания жидкостей тела в жидком состоянии. В скафандрах давление ниже обычного атмосферного, тогда как в отсеках космического корабля давление воздуха нормальное. По этой причине на корабле имеется воздушная шлюзовая камера, в которой регулируется давление, после чего космонавты могут снять скафандры. Это также предотвращает концентрацию азота в крови (что вызывает «дисбаризм»).
- Систему снабжения кислородом – скафандры подают для дыхания чистый кислород либо из корабля (через так называемый шланг-«пуповину»), либо из специального ранца на спине космонавта. Поскольку в корабле поддерживается нормальная воздушная смесь (имитирующая атмосферу Земли), космонавтам, перед тем как надевать скафандры, следует некоторое время подышать чистым кислородом.

Это изгоняет азот из крови и тканей тела космонавтов, минимизируя риск попадания азота в кровь и возникновения «дисбаризма».

Скафандр также предназначен для поглощения углекислого газа, который иначе скапливался бы и отравлял тело.

- Изоляцию – скафандры предназначены для поддержания оптимальной для тела температуры, несмотря на его повышенную активность, и предотвращения вспышек экстремальных температур.

Скафандры имеют мощную изоляцию, состоящую из слоев специальной ткани; это позволяет телу дышать и поддерживать необходимую температуру. Тепло, выделяемое телом во время повышенной активности, снимается костюмом водяного охлаждения, что предотвращает повышенное потоотделение и последующее обезвоживание. Известно, что вследствие потерь жидкости за один выход в космос космонавты теряют около 2 кг веса.

- Защиту – скафандры изготовлены из многих слоев прочной ткани, защищающих тело от летающих обломков, а сам скафандр – от разрывов.
- Защиту от радиации – скафандры обеспечивают только ограниченную защиту от радиации, поэтому выходы в открытый космос совершаются всегда в периоды низкой солнечной активности.
- Легкую подвижность – специальные соединения позволяют космонавтам легко двигаться.
- Хорошую видимость – стекло шлема выполнено из прозрачного материала, предназначенного отражать солнечный свет и не допускать ослепления. Встроенные осветительные приборы позволяют космонавтам видеть в тени.
- Связь – скафандры оборудованы радиопередатчиками и радиоприемниками, что позволяет поддерживать связь.



Космос является враждебной средой для человека. Скафандры создают оптимальные условия для тела, позволяя космонавтам проводить исследования в космосе

Как возникают биоритмы

Многие из важных физиологических процессов протекают в теле циклически, и они известны как биоритмы. Эти циклы проходят с определенными интервалами и контролируются внутренними биологическими часами.

Многие физиологические процессы, протекающие в теле, запрограммированы по времени с определенными интервалами. Наступление половой зрелости, например, является физиологическим событием, которое инициируется своего рода часовым механизмом и происходит в юном возрасте.

Многие физиологические процессы тела контролируются гормонами, которые меняются в циклах, известных как биоритмы.

МЕСЯЧНЫЙ ЦИКЛ

Одним из примеров биоритма является менструальный цикл у женщин. Маточная выстилка развивается, разрушается и отторгается в ходе цикла примерно каждые 28 дней. Это предполагает, что гормоны, ответственные за менструацию, контролируются внутренними биологическими часами.

Различные виды биоритмов происходят с разными временными интервалами. Они включают:

- Пульсации – гормоны могут выделяться резкими приливами каждые пять минут (например, инсулин) или каждый час.
- Циркадные ритмы – отрегулированы на период 24 часа, например гормоны, контролирующие цикл сон–пробуждение.
- Месячные циклы – например, выделения гормонов, контролирующих менструальный цикл.
- Сезонные – уровни тиреоидных гормонов зимой понижаются, а уровни мелатонина возрастают.



Многие физиологические процессы происходят циклично. Биоритмы синхронизируются внешними факторами, такими как свет и темнота

Циркадные ритмы

Многие из биоритмов, присущих людям, похоже, связаны с ритмами окружающей среды.

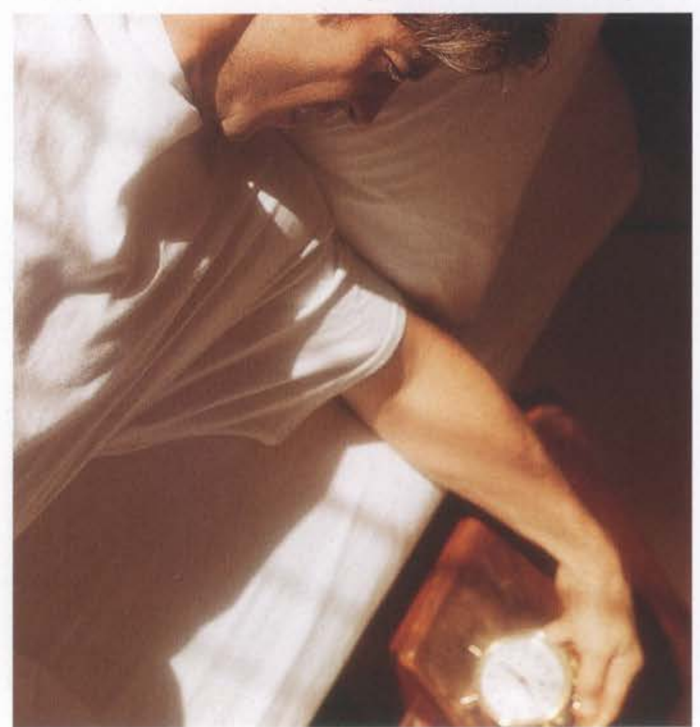
Биоритмы, возникающие с цикличностью 24 часа (что примерно соответствует солнечному или световому циклу – одним суткам), называются циркадными ритмами (буквально означает «около одного дня»).

ЦИКЛ СОН–ПРОБУЖДЕНИЕ

Характерным примером циркадного ритма является цикл сон–пробуждение. В основном взрослые люди просыпаются около 7 часов утра, а спать ложатся около 10 часов вечера.

Аналогичным образом температура тела меняется в суточный период; она самая низкая в середине ночи, а пика достигает после полудня.

Уровни многих гормонов соответствуют такой циркадной схеме.



ГОРМОНЫ

Одним из таких гормонов является кортизол, который вырабатывают надпочечники. Если уровни кортизола отслеживаются в 24-часовой период, просматривается определенная схема. Выработка кортизола возрастает, когда мы просыпаемся, а к 9 часам утра достигает пика. А низшие уровни этого гормона наблюдаются примерно около полуночи.

ТИРЕОСТИМУЛИРУЮЩИЙ ГОРМОН

Выработка тиреостимулирующего гормона гипофизом тоже протекает по циркадному ритму. Тиреоидные гормоны воздействуют непосредственно почти на все клетки тела, контролируя интенсивность их метаболизма. Уровни этого гормона достигают пика примерно к 11 часам вечера, а низшего предела – к 11 часам утра.

Выработка эндорфинов и половых гормонов происходит в циркадном ритме.

Цикл сон–пробуждение является одним из примеров циркадного ритма. Периоды бодрствования синхронизируются с 24-часовым циклом свет–темнота

Свет–темнота

Исследования показывают, что когда человека помещают в изолированную камеру (и у него нет часов), его тело продолжает сохранять регулярный цикл сон–пробуждение, но он приближается к 25 часам. Поэтому со временем человек теряет ощущение дня и ночи.

Синхронизация

Если человека снова погрузить в цикл свет–темнота, тело вскоре вернется к циркадному ритму.

Естественный период часов тела не определяется циклом день–ночь, а просто синхронизируется им.



В отсутствие каких-то внешних признаков человек продолжает пребывать в регулярном цикле сон–пробуждение. Природный цикл чуть дольше 24 часов

Биологические часы

Биоритмы регулируются самоподдерживающимся часовым механизмом или биологическими часами. Исследования показывают, что эти часы синхронизируются с циклом свет–темнота посредством взаимодействия гипоталамуса и эпифиза мозга.

Свет, проникающий в глаз, достигает сетчатки (плотная иннервируемая область в задней части глаза), стимулируя зрительную область коры головного мозга.

Однако некоторые нервные волокна сетчатки соединены с супрахизматическими ядрами, в результате чего гипоталамус подает сигналы шишковидной железе (шишковидному телу) – небольшая овальная железа, расположенная сразу над стволом головного мозга. Эту железу часто называют «третий глаз», поскольку ее стимулируют уровни света и темноты.

МЕЛАТОНИН

Шишковидная железа выделяет гормон мелатонин в ответ на сигналы, получаемые от сетчатки (через гипоталамус).

В темноте шишковидная железа выделяет мелатонин, тогда как присутствие света подавляет этот процесс. Исследования показывают, что мелатонин влияет на активность эндокринных желез.

Мелатонин играет важную роль в регулировании цикла сна, так как его повышенные уровни вызывают сонливость. Исследования подтверждают наличие взаимосвязи между активностью шишковидной железы и сезонными аффективными расстройствами.

Присутствие мелатонина также снижает активность супрахизматических ядер.

НАРУШЕНИЕ РИТМОВ

Уже давно известно, что повреждение супрахизматических ядер, например вследствие хирургического удаления опухоли головного мозга, вызывает потерю циркадного ритма. Подобным же образом болезни гипоталамуса вызывают нарушение нормальных схем, таких как сон.

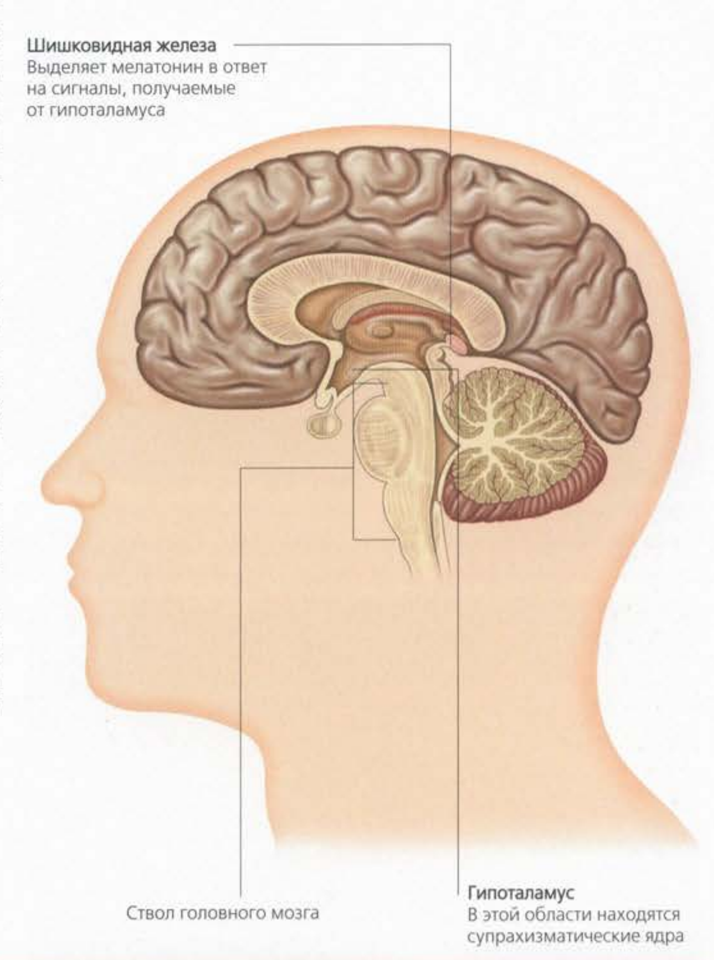
ИССЛЕДОВАНИЯ

Хотя исследования продолжаются, уже определенно ясно, что синхронизация активности тела с циклом день–ночь включает стимуляцию супрахизматических ядер для активации часов и действия шишковидной железы для их выключения.

Вместе эти специализированные области головного мозга регулируют хронометраж событий, таких как сон, пробуждение, время еды и температура тела.

Врожденная программа временной упорядоченности функций в процессе развития организма модифицируется в направлении приспособления к временному профилю среды.

Шишковидная железа



Шишковидная железа расположена сразу над стволом головного мозга. Эта железа выделяет мелатонин в ответ на сигналы от гипоталамуса

Воздействие перелетов через несколько часовых поясов



Быстрые перелеты через временные пояса нарушают биоритмы.

Нарушения биоритмов

При перемещении тела в другой часовой пояс время его биологических часов не соответствует реальному времени, из-за чего циркадные ритмы не синхронизируются с циклом свет–темнота.

Затем нарушаются циркадные ритмы сна, пробуждения, приема пищи. Это может привести к бессоннице и усталости в течение дня, головокружению, недомоганиям, снижению умственной и физической активности.

Подобные эффекты возникают не только в результате воздушных перелетов, но и при попадании человека в экстремальную окружающую среду (например, во время космических полетов, путешествий в Арктику и Антарктику, где иные циклы свет–темнота).

Путешествие через часовые пояса может нарушить естественные циклы тела. Нарушаются и циркадные ритмы, такие как время приема пищи

Путешествие на восток

Эффект от воздушных перелетов еще больше усугубляется при полете в течение многих часов на восток. Если естественный цикл тела около 25 часов, то телу гораздо легче приспосабливаться к удлиненному дню при полете на запад.

Интересно, что если человек совершит путешествие вокруг земного шара за один день и вернется в изначальный часовой пояс, он не будет страдать от нарушения биоритмов.

Сейчас проводятся исследования воздействия мелатонина на ресинхронизацию биоритмов тела с 24-часовым циклом после длительных путешествий.

Как тело стареет

Старение – это постепенное разрушение тела от времени. Биологические процессы, такие как функционирование сердечно-сосудистой системы, становятся менее эффективными, пока уже совсем не могут выполнять свою роль.

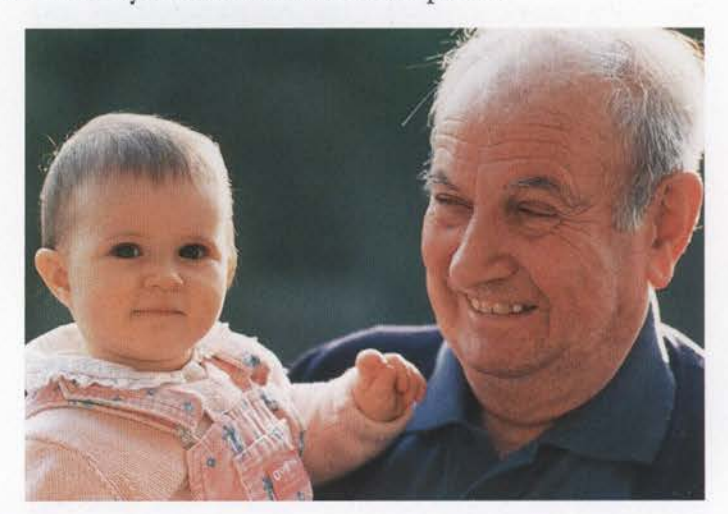
«Старение» – это термин, предназначенный для описания физиологических изменений, которые происходят в теле по мере того, как оно медленно разрушается от времени. Этот процесс протекает постепенно, а начинается в третьем десятилетии жизни.

ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТЬ ЖИЗНИ

Наибольшая официальная продолжительность жизни, зарегистрированная в «Книге рекордов Гиннеса», составляет 122 года. Однако при улучшении условий жизни и хорошем медицинском обслуживании этот рекорд вполне превзойти.

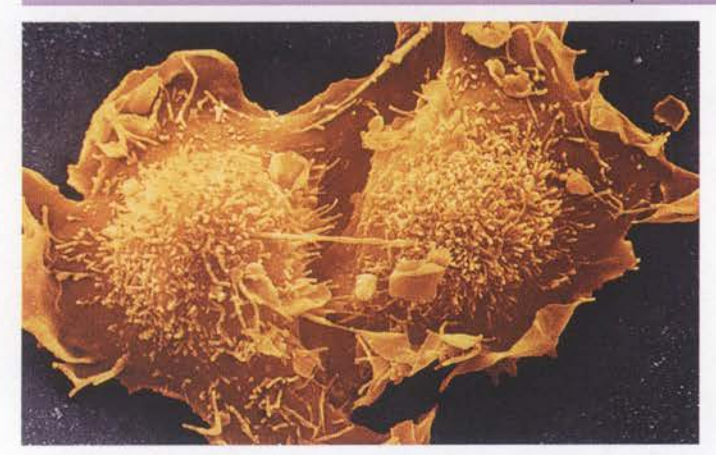
«ОСТАНОВКА ЧАСОВ»

Проводятся масштабные исследования биологических механизмов старения, делаются попытки замедлить их протекание или даже повернуть процесс старения вспять. Достигнут значительный прогресс в нашем понимании процесса старения, того, что старение действительно является неизбежным биологическим состоянием, значительной составной частью детских и юношеских лет.



Старение протекает постепенно, в течение длительного периода. Сегодня медицинские достижения позволяют увеличить продолжительность жизни

Старение клетки



Чтобы понять процесс старения, необходимо исследовать биологический механизм, действующий на клеточном уровне.

Клетки являются отдельными строительными блоками, функционирующими вместе, формируя ткани, составляющие тело. В процессе деления клетки размножаются.

Прежде чем умереть, клетки делятся ограниченное число раз. Клетки запрограммированы на прекращение функционирования в установленный срок

СМЕРТЬ КЛЕТКИ

Клетки делятся ограниченное число раз, прежде чем наступает запрограммированная смерть. Кроме того, остающиеся клетки могут функционировать уже не столь эффективно. Клеточные ферменты становятся менее активными, значит, больше времени потребуется для возникновения химических реакций, необходимых для основного функционирования клетки. Когда клетки не смогут больше размножаться, орган начинает действовать менее эффективно, пока не перестанет выполнять свою биологическую роль.

Внешние изменения

Для старения наиболее характерны внешние изменения тела.

ИЗМЕНЕНИЕ ВОЛОС

Наверное, самым очевидным изменением в процессе старения является изменение цвета волос. Примерно лет в 30 начинают часто появляться седые или белые волосы, поскольку волосяные фолликулы утрачивают источник пигментации. Особенно седина видна на фоне крашеных волос.

И у мужчин и у женщин волосы значительно истончаются, а многие мужчины лысеют.

ИЗМЕНЕНИЕ КОЖИ

Со временем кожа теряет свою эластичность, появляются морщины. Это происходит в результате изменений в коллагене (структурный белок) и эластине (белок, придающий коже эластичность).

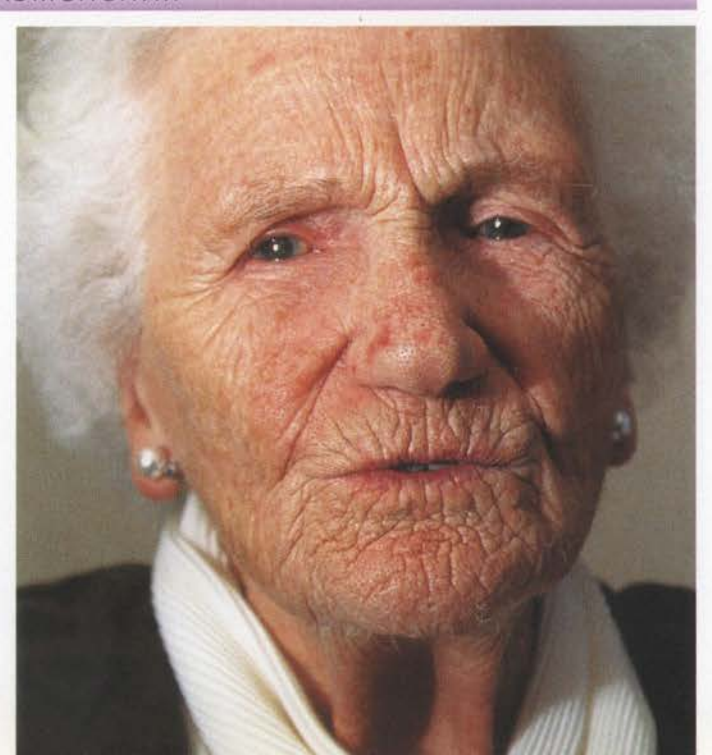
ИЗМЕНЕНИЕ ФИГУРЫ

Средний возраст часто ассоциируется с увеличением веса в результате замедления процесса метаболизма, после чего человек значительно теряет вес по мере старения.

Мышечная ткань может замещаться жиром, особенно вокруг торса, тогда как руки и ноги становятся тоньше.

В результате компрессии позвонков у пожилых людей уменьшается рост.

Стройная осанка уступает место сгорбленной фигуре, движения становятся медленными, действия – неточными, сила пропадает.



Когда тело стареет, волосы теряют цвет и седеют. Кожа становится менее эластичной и морщинистой в результате изменений в коллагене и эластине

Внутренние изменения

Физиологические исследования показывают, что свойства многих важных органов тела – таких как сердце, почки и легкие – ухудшаются с возрастом.

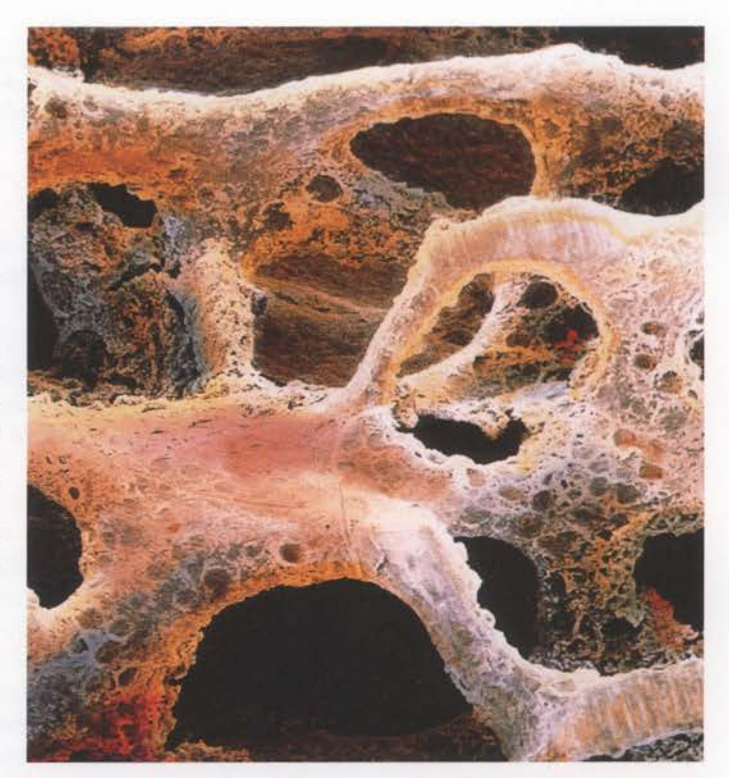
Изменения, связанные со старением, происходят и внутри тела. Внутренние органы, такие как печень, почки, селезенка, поджелудочная железа и легкие, сжимаются, уменьшаются в размере и функционируют менее эффективно по мере постепенного отмирания клеток, из которых они состоят.

Старение влияет и на систему кровообращения. Перекачивающая функция сердца значительно ослабевает, реакция тела на физические нагрузки или стресс вызывает учащенное сердцебиение. Кровеносные сосуды (вены, артерии и капилляры) тела теряют эластичность и постепенно скручиваются.

Кости становятся более хрупкими, так как содержание кальция уменьшается, от чего пожилые люди более уязвимы для переломов даже при незначительных падениях.

Наблюдается общее ослабление действий регулирующих механизмов, в результате тело плохо адаптируется к внешним изменениям. Пожилые люди более чувствительны к перепадам температур, хуже переносят болезни.

Постепенное ослабление иммунной системы также означает, что пожилые люди более уязвимы для инфекций и болезней.



С возрастом в костях уменьшается содержание кальция и белка. Это приводит к остеопорозу, для которого характерны хрупкие кости

Изменения в нервной системе

Головной мозг с годами постепенно теряет нейроны, которые не замещаются.

УМСТВЕННЫЕ СПОСОБНОСТИ

Хотя количество клеток мозга снижается на протяжении жизни, умершие клетки составляют лишь небольшой процент. Нет свидетельств тому, что интеллект с возрастом ослабевает, поскольку он тесно связан с образованием и образом жизни.



Умственная стимуляция играет важную роль в противостоянии последствиям старения мозга. Кроссворды позволяют поддерживать мозг в форме

БОЛЕЗНИ, СВЯЗАННЫЕ СО СТАРОСТЬЮ

Клетки мозга необычайно чувствительны к нехватке кислорода. Наверное, когда все же происходит разрушение мозга, это вызывается не старостью как таковой, а связанными со старостью болезнями, такими как артериосклероз.

Такие болезни снижают поступление кислорода в мозг. Таким образом, снижается и эффективность действия мозга, от чего может наблюдаться и ослабление интеллекта. Могут быть нарушены такие умственные способности, как логическое мышление и способность усваивать новые идеи.

ФУНКЦИИ МОЗГА

Функции, связанные с головным мозгом, утрачивают свою эффективность. Рефлексы и физические движения замедляются, может разрушаться память, особенно связанная с последними событиями.

СТАРЧЕСКОЕ СЛАБОУМИЕ

В некоторых серьезных случаях это может привести к старческому слабоумию. Для него характерны потеря памяти, детское поведение, бессвязная речь.

Чувства

С возрастом происходит значительное ослабление чувств.

■ Зрение – после 20 лет зрение начинает ухудшаться, особенно интенсивен этот процесс после 50 лет. Размер зрачка также уменьшается с возрастом, что весьма негативно влияет на ночное зрение. Глаза в пожилом возрасте в значительной степени подвержены различным заболеваниям.

■ Слух – постепенно снижается способность слышать высокочастотные звуки. Это не позволяет как следует различать людей по голосам и поддерживать групповые разговоры.

■ Вкус – количество вкусовых сосочков значительно уменьшается, вкусовые ощущения притупляются.

■ Обоняние – может ухудшаться с возрастом, воздействуя еще и на вкусовые ощущения.

Генетика старения



То, как человек стареет, определяется как генетическими, так и экологическими факторами. Регулярные занятия спортом позволяют замедлить старение

Медицинские достижения направлены на увеличение продолжительности жизни, однако до сих пор не удается достичь максимума.

Лабораторные исследования показывают, что клетки размножаются определенное число раз, прежде чем умереть, и что качество каждой клетки постепенно ухудшается. Люди явно запрограммированы на старение и смерть в заранее определенный момент, и гены в этот момент подают телу сигнал.

Факторы, связанные с окружающей средой

В реальности то, как стареет человек, определяется не только генами, но и факторами, связанными с окружающей средой.

Курящий человек обычно плохо ест и не занимается спортом, отсюда вполне вероятно, что он состарится гораздо быстрее, заболеет и умрет до генетически предопределенного момента.

Указатель

Благодарность за представленные фотографии

Кроме изображений, перечисленных ниже, все фотографии из этой книги, включая 4-ю сторону обложки, были изначально помещены в книге «*Inside the Human body*», выпущенной издательством *Bright Star Publishing plc.*

1-я сторона обложки: Photos.com
Getty Images: 6 (Geoff Brightling/Iconica)
Corbis: 7 (Howard Sochurek), 8 (Visuals Unlimited), 9 (Clouds Hill Imaging Ltd.)

The edition published in 2007 by
Amber Books Ltd
Bradley's Close
74–77 White Lion Street
London N1 9PF
www.amberbooks.co.uk

Спонсор: Claire Cross
Редактор проекта: Michael Spilling
Дизайнер: Hawes Design

Более 400 научных фотографий и рисунков

•

Медицинские эксперты предоставляют детальный анализ каждого аспекта функционирования человеческого тела понятным, доступным языком

•

Прекрасное справочное пособие как для студентов, так и для тех, кто интересуется медициной

